ЗНАНИЕ

Новое в жизни, науке, технике

Подписная научно-популярная серия

«Знак вопроса»

2'89

ЧЕЛОВЕК ИЛИ МАШИНА?

ВОЗМОЖНОСТИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН

А.Г. Абинов

SHOUT
IT
SHARE

Annotation

Могут ли машины мыслить как человек? Будет ли когда-нибудь создан могущественный электронный разум? Разговоры о соперничестве между человеком и машиной по прежнему не утихают. О том, насколько твердую почву имеют под собой подобные разговоры в настоящем и каковы перспективы развития кибернетики в будущем, рассказывается в этой брошюре, рассчитанной на широкий круг читателя.

http://znak.traumlibrary.net

- Знак вопроса 1989 № 2
  - К читателю
  - Человек или машина? Возможности вычислительных машин
    - I. С точки зрения кибернетики
      -
      - Время больших систем
      - Путешествие в мир, которого нет
      - Поговори со мной, машина…
      - «Искусственный интеллект» — всемогущий электронный разум!
      - Такие разные модели
    - II. На пути к киборгам
      -
      - Мини… микро… меньше некуда!
      - За электроникой — биотика
      - По примеру вирусов
      - Литература
  - Дополнение
    - Человеческие способности машин

Знак вопроса 1989 № 2
Анатолий Георгиевич Абинов
Человек или машина?

К читателю

На техническом совете одной фирмы рассматривался проект новой управляющей машины.

— Моя машина, — сказал главный конструктор, — обладает замечательными свойствами. Но чтобы она работала надежно, нужно создать еще десятка два дополнительных устройств. Одни будут страховать машину, если откажут какие-нибудь ее элементы. Другие помогут справиться с непредвиденной ситуацией. Эти устройства обойдутся дорого и займут много места. Однако главное даже не это. Я пока не знаю, как создать подобные устройства. Быть может, кто-то из присутствующих подскажет идею надежного страхующего устройства?

— Мне кажется, я могу предложить такую конструкцию, — после некоторого молчания попросил слова молодой инженер.

— Ее вес? — нетерпеливо спросил конструктор.

— Килограммов семьдесят пять.

— Это то, что нужно. Сколько потребуется времени на введение в строй вашей конструкции?

— Месяцев пять-шесть.

— Потрясающе! Что же это за удивительное приспособление?

— Человек…

Эту историю, ставшую в наши дни уже хрестоматийным анекдотом, я когда-то услышал от Д. Ошанина, одного из руководителей московских инженеров-психологов. Да, некоторое время назад вдруг выяснилось, что необходима такая дисциплина, которая изучала бы некоторые аспекты взаимоотношений людей и машин.

Надобность в этой отрасли знания появилась из-за конкретной необходимости, которая, согласно Марксу, движет науку вперед скорее, чем десяток университетов. Дело в том, что лет 25–30 тому назад многих кибернетиков охватила своеобразная эйфория; им казалось, что перед кибернетикой не осталось неразрешимых задач. «Заводы-автоматы», «безлюдная отрасль», «роботы заменяют людей» — такие выражения то и дело мелькали в печати. Но когда от общих разговоров специалисты перешли к конкретным делам, оказалось, что заменить человека в сфере производства не так-то просто. Более того, во многих случаях это попросту вредно и для людей, и для промышленности.

Даже сегодня роботы не могут действовать бесконтрольно сколько-нибудь продолжительное время. Их приходится ремонтировать, налаживать, обеспечивать необходимым

инструментом и заготовками… Все это делают люди. Несмотря на то что люди иногда что-то забывают, путают, а порою даже сознательно искажают информацию, т. е. лгут, они в общем-то оказываются более надежными контролерами техники, чем какие-либо «черные ящики» кибернетики.

Но, как ни странно, разговоры о соперничестве между человеком и машиной по-прежнему не утихают. Только теперь такие споры перенеслись, пожалуй, в более высокие сферы. В настоящее время речь все больше идет об искусственном интеллекте. Могут ли машины мыслить так же, как человек? Будет ли когда-либо создан могущественный электронный разум, который сможет управлять всей планетой и к которому в своеобразное интеллектуальное рабство могут попасть люди? Насколько твердую почву имеют под собой подобные разговоры в настоящем и каковы перспективы развития кибернетики в будущем?..

Обо всем этом и пойдет разговор в книжке, которая лежит перед вами.

АБИНОВ Анатолий Георгиевич закончил физико-технический факультет Томского государственного университета. Кандидат технических наук. Изобретатель СССР. Заведующий отделом научно-технической информации Карагандинского политехнического института. Опубликовал около 70 научных — работ. Имеет более 20 изобретений. Автор ряда научно-популярных публикаций в республиканской, центральной и зарубежной прессе.

Человек или машина? Возможности вычислительных машин

I. С точки зрения кибернетики

Вычислительные машины появились на Земле относительно недавно. Еще живут и здравствуют на планете люди, которые прекрасно помнят времена, когда никаких ЭВМ и в помине не было, а кибернетика считалась «буржуазной лженаукой». Сегодня же мы переживаем настоящий бум всеобщего интереса к компьютерам. Компьютеризация — не просто модное веяние. Это насущная необходимость нашего времени, поскольку все чаще получается, что без помощи компьютера ту или иную работу не то что невыгодно, но и попросту невозможно делать.

Однако не превратимся ли мы со временем в этакие придатки к всеобщему, всепланетному и могучему «электронному разуму», который единолично станет управлять всеми и вся? Некоторые резоны для таких опасений, безусловно, имеются…

Время больших систем

Чем плохи современные ЭВМ? Такой вопрос многим, наверное, покажется странным. Как? Ведь многие пользователи нынешними ЭВМ нахвалиться не могут. И надежны, и быстродействующи, и сообразительны…

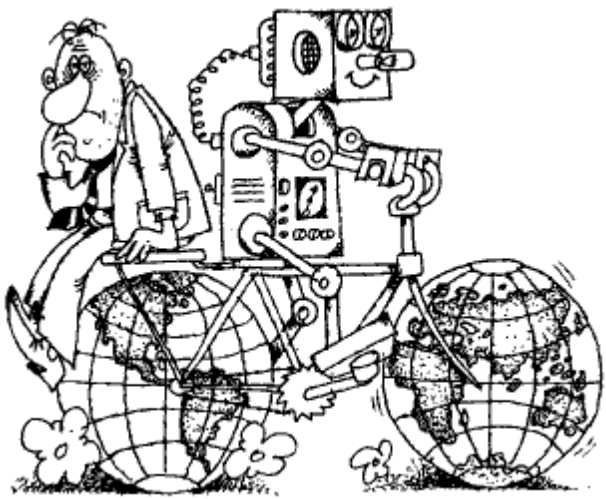
Но предоставим слово специалисту. «ЭВМ как электронный автомат для обработки информации представляет собой четырехкомпонентную машину», — пишет в своей книге известный советский специалист в области компьютеризации Л. Растригин. И далее добавляет, что ЭВМ состоит из процессора, выполняющего заданные программой операции переработки информации; оперативной памяти, где хранится выполняемая в данный момент программа, исходные данные для нее и все необходимые вспомогательные программные средства; внешней памяти (магнитные диски, и ленты, где содержатся необходимые данные пользователей и другая справочная информация); устройства ввода-вывода, с помощью которого информация вводится в ЭВМ и выводится на бумагу или на экран дисплея.

Такие четыре элемента имеет любая ЭВМ, где бы и кем бы она ни была создана, большая она или маленькая. И это удивительное постоянство структуры нынешних компьютеров связано, как ни странно на первый взгляд, именно с многообразием потребностей в них. Дело в том, что именно такая структура, как показала практика, позволяет в среднем оптимальным образом решать все задачи.

«В среднем» — эта оговорка, не случайна. Для каждой

конкретной задачи можно, как правило, придумать структуру и получше, т. е. ЭВМ получится и подешевле, — и понадежнее, и «побыстрее», но задачи-то даже на одной машине часто меняются… Как будто ничего не поделаешь, но очевидная расточительность такой «оптимальной» схемы не давала покоя специалистам. И они в конце концов нашли выход из положения: придумали вычислительные системы.

Наиболее распространены в настоящее время вычислительные системы коллективного пользования. Они представляют собой одну, а чаще несколько больших ЭВМ (а в последнее время — и суперЭВМ) и огромное количество маленьких, персональных компьютеров или рабочих станций. Последние могут быть связаны с большой ЭВМ, например, с помощью телефонных кабелей связи.



Таким образом пользователь может решать какую-то задачу при помощи своей персональной ЭВМ. Но когда выясняется, что ее мощности не хватает, он, не покидая рабочего места, связывается с более мощной ЭВМ, и та оказывает необходимую помощь. Если уж (возьмем крайний случай) мощности и этой ЭВМ не хватит, она, в свою очередь, может быть связана с другой такой же или с третьей… Все сообща они уж как-то осилят предложенную задачу.

Системы весьма надежны в работе, поскольку вместо вышедшего из строя компьютера всегда можно подключить другой. Таким образом, вычислительные системы оказались очень удобными для решения большого круга практических задач. Причем все вычисления ведутся в реальном масштабе времени, т. е. процессы вычислений ведутся практически одновременно с самим ходом, скажем, технологического процесса, которым управляет данная система. Невзирая на то что вычислительные

системы получаются весьма надежными и их быстродействие исчисляется миллиардами операций в секунду, в настоящее время специалисты ищут все новые способы расширения и углубления компьютеризации. Очередным шагом в этом направлении стало создание компьютерных сетей.

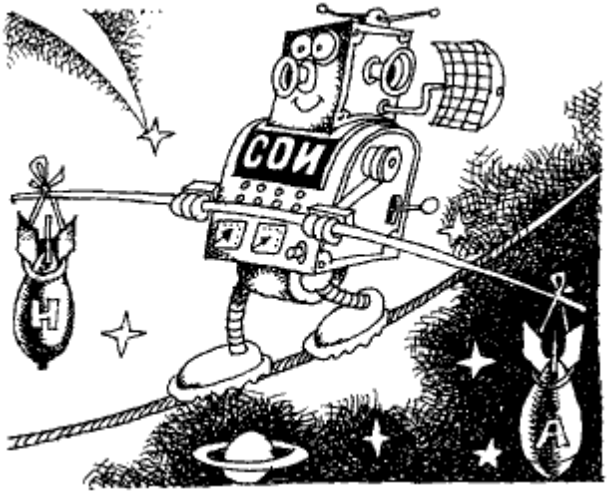
Каждая сеть может объединить в себе несколько компьютерных систем. Причем это число заранее не ограничивается — оно зависит прежде всего от сложности решаемой проблемы. Компьютеры, составляющие сеть, могут быть разбросаны не только по всей стране, но даже по всему миру и связаны между собой телефонной и спутниковой связью.

Примером такой сети может послужить хотя бы ARPA (Advanced Research Project Agency), названная так по своему хозяину — управлению перспективных научных исследований. А само агентство и созданная им сеть поначалу были всецело подчинены Пентагону, но затем оно стало принимать заказы и «со стороны», хотя по-прежнему очень много времени уделяет выполнению работ для своего бывшего хозяина.

Сеть имеет достаточно сложную иерархию. Если в вычислительной системе мы имеем дело, как правило, лишь с двумя-тремя уровнями подчинения (персональный компьютер является подчиненным звеном большого компьютера, а тот, в сваю очередь, может оказаться в подчинении у суперкомпьютера), то в сети ARPA, например, мы имеем дело уже с семью уровнями подчинения.

Конечно, такое многозвенное подчинение в достаточной степени громоздко, но зато оно позволяет в принципе любому абоненту, имеющему связь с ARPA, автоматически выходить на связь с любым абонентом в другой стране. Таким образом, вычислительная сеть обеспечивает не только возможность решения супергромоздких задач, но и обеспечивает оперативную связь между различными звеньями, что бывает тоже немаловажно.

Подобные сети, например, очень хороши для оперативного составления прогнозов погоды. Информация со множества рабочих станций, установленных на первичных пунктах наблюдения, в считанные минуты достигает сначала региональных центров, потом национальных, а затем может выйти и на всепланетный масштаб. При этом каждое звено сохраняет за собой возможность и обратной связи, т. е. быстрого получения централизованного прогноза из центра любого уровня, включая всепланетный.



К сожалению, создание такого автоматизированного центра — пока еще мечта метеорологов и синоптиков. Дело это, во-первых, требует определенного уровня компьютеризации в каждой стране. Второе: создание и эксплуатация таких сетей — дело довольно дорогое. (Впрочем, не дороже создания, например, системы СОИ.)

Между тем уже есть задачи, которые не могут быть решены с помощью сетей ЭВМ сегодняшнего уровня. Примером таких задач является задача автоматического управления современным аэропортом. По подсчетам экспертов, она требует быстродействия 10^{14} операций в секунду. Или, говоря по-другому, нужно триста таких сетей, как ARPA. Еще более сложной, вероятно, окажется задача управления той же системой СОИ, которая в значительной степени будет опираться в своей деятельности на расчеты и логические выводы, выполняемые компьютерами в автоматическом режиме, практически без участия человека.

При неумеренном, я бы сказал даже безграмотном, использовании компьютеризации жизнь человечества может оказаться в значительной степени зависимой от деятельности компьютеров. Причем речь идет не только о проблемах, решаемых всем обществом, но и о жизни каждого индивидуума. Попробуем разобраться, как это может происходить, хотя бы на примере компьютера — поставщика иллюзий.

Путешествие в мир, которого нет

«Дисплей, подключенный к ЭВМ, представляется мне окном в Алисину Страну чудес, где программист может изображать либо объекты, описываемые хорошо известными законами природы, либо чисто воображаемые объекты, подчиняющиеся законам,

записанным в программе. С помощью дисплеев я сажал самолет на палубу авианосца, следил за движением элементарной частицы в потенциальной яме, летал в ракете с околосветовой скоростью и наблюдал за таинствами внутренней жизни вычислительной машины», — так заметил однажды А. Сазерленд — пионер применения компьютеров для построения и обработки изображений. И попал, что называется, в самую точку. А ведь началось все как будто с пустяков.

Поначалу дисплей подсоединили к ЭВМ только потому, что он оказался наиболее подходящим устройством для. ввода в электронную память и вывода из нее всевозможных сведений, как в тестовом, так и графическом виде. Однако вскоре два. молодых человека, два Стива — Возняк и Джобс — сыграли с миром довольно милую первоапрельскую шутку. Они соединили персональный компьютер с дисплеем, экран которого решили использовать прежде всего для компьютерных игр.

И вот начиная с 1 апреля 1976 года маленькие компьютеры с эмблемой, изображающей зеленое надкусанное яблоко — еще одна шутка веселых приятелей, — стали заполнять мир. К каждому такому компьютеру предлагалось несколько программ на гибких дисках — дискетах, используя которые вы могли, например, заставить рисованную кошку гоняться за мышами или, напротив, убегать от злых собак…

Возможно, мир и сегодня играл бы в эти, однажды придуманные, игры, если бы людям не были свойственны такие черты, как любознательность и наблюдательность. С одной стороны, персональные компьютеры стали использовать не только для игр, но и для вполне серьезных расчетов. С другой — с помощью дисплеев и ЭВМ стали рисовать движущиеся картинки не только для домашнего развлечения, но и для настоящего кинематографа.

Первый шаг к компьютерным киномирам, сами того не подозревая, сделали те режиссеры и операторы, которые при комбинированных съемках вместо полномасштабных натурных объектов стали снимать их небольшие модели-копии. Миниатюризация позволила без особых расходов значительно расширить арсенал киночудес. С помощью моделей режиссеру почти уж ничего не стоило отправить своих героев в иные миры или заставить их стать свидетелями вселенской катастрофы. Наибольшей известности достиг в подобных трюках американец Дж. Лукас — автор знаменитых «Звездных войн».

Однако со временем и такая технология перестала устраивать деятелей кино. «Лукас-фильм» и другие фирмы стали обзаводиться своими компьютерными отделами. Потому что

выяснилось: гораздо дешевле и в то же время зрелищнее создавать подобные модели не в натуре, а в памяти компьютеров.

Считается, что эру компьютерного кинематографа открыли кинематографисты студии У. Диснея, создавшие фантастический игровой фильм «Трон». Впрочем, первый блин вышел комом—. «Трону» весьма далеко по своим художественным достоинствам до знаменитой «Белоснежки». Но неудача не обескуражила энтузиастов нового направления в кинематографе. С помощью компьютерной техники в последние годы создаются настолько достоверные фильмы, что порой даже оторопь берет: «Уж не посылали ли в действительности киносъемочную группу куда-нибудь на Сатурн?..»

Впрочем, за всякое удовольствие приходится платить. В данном случае речь идет о плате в самом прямом смысле этого слова: каждая секунда 20-минутного научно-фантастического боевика «Последний „Старфайер“» обошлась создателям около двух тысяч долларов. Однако учтите, расходы возросли бы во много десятков, а то и тысяч раз, если бы пришлось строить макеты звездолетов.

Какова же технология таких съемок? Какие роли в них играют компьютеры и какие люди?

— Сначала художники делают эскизы к основным сценам будущего фильма, — пояснили мне на «Союзмультфильме», где тоже проводятся эксперименты по использованию компьютерной графики. Затем делают подробные рисунки отдельных объектов, участвующих в фильме. Иногда эти рисунки делаются в нескольких ракурсах и проекциях с тем, чтобы машина могла себе наглядно «представить», с каким именно объектом она имеет дело, могла затем трансформировать его изображение в том ракурсе, который будет задан ей режиссером…

Правда, понятливость ЭВМ еще далека от идеала. Поэтому порой уходят недели, а то и месяцы на то, чтобы «втолковать» компьютеру, как выглядит, скажем, некий сверхсветовой суперзвездолет. Как тут не вспомнить старый анекдот: «Объясняешь, объясняешь, самому уже ясно, а он все не понимает…»

Но, как говорится, все имеет свой конец, в том числе и всякие мытарства. Программисты все же «втолковывают» компьютеру что надо, и можно двигаться дальше. Авторы картины рассматривают варианты сцен, корректируют те или иные зрительные Эффекты. Как и в настоящем мультфильме, создаваемом людьми по традиционной технологии, «местность», «актеры» и прочие детали пока еще не выглядят натурально — на экране дисплея проступают лишь их черно-белые контуры. Компьютеру легче

обрабатывать такие упрощенные изображения, а значит, быстрее будет готов «костяк» снимаемого фильма.

Когда первый вариант «прогнан» от начала до конца, связаны между собой все эпизоды и сглажены шероховатости сюжета, компьютер начинает насыщать изображения цветами, очерчивать тени и полутона. Надо сказать, что это вовсе не легкая работа. Чтобы рассчитать, какие изменения видеоряда должны произойти за 1/24 долю секунды, окрасить все объекты в нужные цвета и оттенить их в полном соответствии с замыслом режиссера и законами оптики, даже одному из мощнейших на сегодня суперкомпьютеру «Крей» требуется от 2,5 до 15 минут. А ведь он способен выполнять более миллиарда операций в секунду.

При всем этом компьютерная графика не лишена многих недостатков. Например, если мы изобразим на компьютерном горизонте горную вершину и станем приближаться к ней, скажем, на воображаемом ковре-самолете, вся бутафория тут же откроется. Без специальных указаний художника-человека, укрупняя горную вершину по мере приближения к ней, компьютер все же не догадается одновременно и детализировать изображение — показать отдельные камни, трещины, растительность… Словом, все то, что мы наверняка бы увидели на реальной горе по мере приближения к ней.

Пришлось специалистам обратить на это специальное внимание. Сотрудники калифорнийской фирмы «Пиксар», которую иногда называют Меккой компьютерной графики, разработали программу, позволяющую ЭВМ самостоятельно придумывать и рисовать-ландшафты, оснащая их по мере надобности недостающими деталями.

Однако и такое нововведение все же не позволяет создать достаточно реалистичную картину. Поэтому основным заказчиком компьютерной графики стала на сегодняшний день все же не художественная кинематография, а. телестудии и рекламные, фирмы. Именно для них создаются короткие ролики-заставки, которые мы все чаще видим и на экранах отечественных телевизоров.

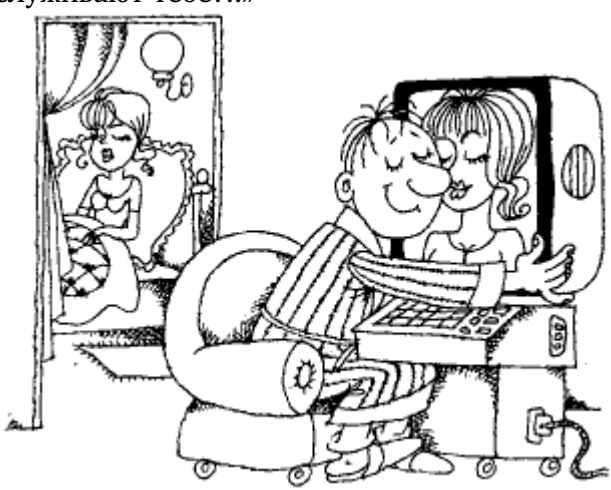
Впрочем, не думайте, что компьютер так уж бесталанен. Он и здесь ухитрился отличиться до такой степени, что сумел заморочить головы миллионам телезрителей. Скажем, в США и Великобритании большой популярностью пользуется Макс Хедрум — музыкальный видеокомментатор, или видеодиск-жокей, который представляет в эфире последние музыкальные записи, проводит интервью и конкурсы. И мало кто из зрителей обращает внимание на одну характерную деталь — Макса никогда не показывают в полный рост. Почему? Да потому, что

его… попросту не существует в натуре! А специалисты по видеотехнике А. Джанель и Р. Мортон не сочли необходимым изображать тщательно продуманный персонаж в полный рост.

— И это лишь один из способов затуманивания мозгов, — предупреждают обывателя некоторые специалисты. — «Оживленные фотографии» могут принести с собой опасность потери у многих зрителей чувства реальности, поскольку в скором будущем даже дотошному глазу окажется невозможно определить, что есть в реальном мире, а что придумано в недрах компьютера…

Как может выглядеть такая опасность, зримо показано в фантастическом рассказе итальянского писателя Л. Алдани «Онирофильм»:

«…Одиночество, мягкая полутьма в тесных стенах комнаты и кресло с укрепленным аппаратом. Человечество не желало ничего другого. В жертву возвышенной привлекательности сновидений была принесена гордость обладания комфортабельным домом, элегантной одеждой, автовертолетом и другими удобствами. Зачем утомляться ради достижения реальных целей, когда дешевый онирофильм дает возможность прожить целый час, когда великолепные женщины восхищаются и благоговеют перед тобой, прислуживают тебе?..»



Тяготение к подобной жизни ради дешевых удовольствий оказывается настолько сильным, что, как показано в рассказе, даже суперзвезда таких фильмов, так сказать «живьем», оказывается менее привлекательной для потребителя, чем ее видеообраз.

Что фантасты в очередной раз могут оказаться не так уж далеки от истины, показывают опыты, проводимые в настоящее время. Как сообщает научная печать, подопытные крысы, которым вживлены электроды в так называемый центр удовольствия в

мозге, отказываются и от еды, и от воды, все нажимают и нажимают лапкой рычаг, включающий электростимулятор этого центра, до тех пор, пока не падают в полном изнеможении, а то и замертво.

Однако в конце концов это не первое предупреждение, которое получают наука и техника на путях прогресса. Вспомните, сколько было шума из-за первых опытов в области генной инженерии? А до этого многие ученые указывали на опасность овладения атомной энергией… Да, как показывает хотя бы печальный опыт Чернобыля, порою события вырываются из-под контроля разума. Но главная причина тут, как правило, не в чьей-то злой воле, а в самой элементарной расхлябанности, халатности и безалаберности.

Возвращаясь к основной теме нашего разговора, заметим, что специалисты уже сегодня, сейчас обязаны подумать и о том, какие негативные последствия может принести с собой компьютерная революция. И они об этом думают.

Компьютеры же, проявляющие себя мастерами иллюзии, при таком подходе все больше зарекомендовали себя с самой лучшей стороны. Например, в наши дни ЭВМ все чаще используются для создания космических, авиационных и автомобильных тренажеров. Такие тренажеры позволяют заранее «проигрывать» все опасные ситуации, не подвергая опасности ни человека, ни дорогостоящую технику. Космонавт, летчик или водитель таким образом получают нужную тренировку и в случае необходимости встречают «пиковую» ситуацию во всеоружии навыков и выучки.

В будущем, возможно, подобные компьютеризированные системы позволят людям совершать прогулки — по другим планетам, не покидая Земли. Надел шлем и оказался, скажем, на Венере, где 500-градусная жара и колоссальные давления вовсе не благоприятствуют жизнедеятельности. Роботу же, специально сконструированному для таких условий, ни жара, ни давление будут нипочем. И как бы «спрятавшись в его шкуру», человек сможет спокойно заниматься научными исследованиями, геологическими изысканиями или чем там еще…

Почему это дело не доверить полностью автомату? Как показывает практика, автоматы еще долгое время, а быть может и никогда не смогут быть настолько гибкими, так быстро приспосабливаться к изменяющейся обстановке, как это делает человек. Автомату свойственно действовать по алгоритму. А каким должен быть такой алгоритм? Этого во многих случаях нельзя сказать заблаговременно.

Чтобы наше «присутствие» на чужой планете было как можно более полным, конструкторы уже в настоящее время принимают

специальные меры. Общение человека с машиной все чаще происходит не при помощи клавиатуры дисплея, а голосом (об этом мы подробно поговорим в следующей главе) и посредством очков-мониторов и так называемого джойстика — устройства, создающего эффект обратной силовой связи.

Такие очки, а то и просто шлем, надеваемый на голову оператора, интересны тем, что выдают для каждого глаза отдельное изображение, несколько отличающееся по углу зрения, как это видим и в действительности. Стереоскопия в сочетании с высоким качеством изображения уже создает довольно сильную иллюзию непосредственного присутствия. Эта иллюзия еще более усиливается за счет того, что мониторы снабжены датчиками, реагирующими на каждый поворот головы оператора. В итоге, благодаря вмешательству ЭВМ, создается чудесный эффект: вы поворачиваете голову вправо или влево, и соответственно меняется разворачивающаяся перед глазами панорама.

Насмотревшись на нее вдоволь, вы захотели поднять заинтересовавший вас камень. Нет ничего проще, протяните руку и возьмите его, поднесите поближе к глазам, т. е. к телемониторам. Сделать ваши действия понятными машине помогут интерфейс-перчатки. Они преобразуют движение рук и пальцев в электрические сигналы, понятные компьютеру. ЭВМ передаст соответствующие сигналы на другой конец канала связи, и робот послушно скопирует ваши действия.

Причем в тот момент, когда вы будете брать камень, то почувствуете его тяжесть, шершавость, ощутите теплый он или холодный. Информацию об этом передадут тактильные датчики и специальные устройства, которые будут давить на ладонь и кончики пальцев, имитируя тяжесть, нагревать или охлаждать кожу. Причем степень давления и нагревания можно соответствующим образом регулировать. И человек без особого труда сможет поднять камень весом в полцентнера, раскаленный до температуры 200–300 °С. Потому что коль уж современные конструкторы справились с интерфейс-перчатками, то для них не составит особого труда смонтировать этакий экзаскелетон — своеобразный силовой скафандр. Подобное устройство уже испытывалось в Корнельской авиационной лаборатории г. Буфало (штат Нью-Йорк). Испытатель, помещенный внутрь такого скафандра, автоматически увеличивал мощь своих мускулов в 25 раз.

В дальнейшем такие скафандры будут совершенствоваться, наделяться более компактными и надежными устройствами. И к середине следующего века, наверное, подобная прогулка по другим планетам станет столь же обычным делом, как для нас

сегодня привычно времяпровождение у телевизора.

…Но мы с вами несколько, отвлеклись от основной темы нашего разговора в этой главе. Она ведь посвящена особенностям машинного зрения. Так способна ли машина превзойти по этой части человеческие глаза и мозг? Да, в некоторых областях способна.

Представьте себе: на экране телемонитора у вас на глазах совершается некое таинство. Невзрачное поначалу, черно-белое изображение с расплывчатыми контурами становится все более четким, обретает цвета. И вот уже ясно виден участок голубой ленты Москвы-реки, на которой четко просматривается извилистая коричневая полоска — это аппарат зафиксировал сброс промышленным предприятием горячей воды. А в том месте, где происходит сброс, пятно даже стало желто-зеленым, наглядно показывая, что здесь температура выше всего.

Такие преобразования снимков, полученных с орбиты, в считанные минуты производит вычислительный комплекс для обработки изображений, созданный в Институте космических исследований АН СССР. Называется он «СВИТ» — самостоятельный видеоинформационный терминал.

Поначалу предназначенный лишь для сопоставления нескольких фотоизображений, их раскрашивания в условные цвета для удобства анализа и трансформации этого изображения в разных масштабах, со времени СВИТ оказался пригоден для решения и гораздо более серьезных проблем. Например, сотрудники лаборатории нелинейных задач вычислительной физики Научного совета «Кибернетика» АН СССР доктор физико-математических наук А. Мигдал и аспирант М. Агиштейн использовали видеотерминал для того, чтобы заглянуть под землю!

Идея разработки на редкость проста. Издавна известно, как слепые распознают предметы — ощупают пальцами и тотчас называют, что это такое. Ту же технологию воссоздания целого по контрольным-точкам ученые предложили использовать для надобностей геологии. Впрочем, сами геологи интуитивно используют ее довольно давно. Сначала по поверхности данного района проходит человек и по косвенным, — Порой еле заметным признакам определяет, что здесь, возможно, в глубинах земли скрываются залежи нефти и газа. Потом «прощупывание» становится более тщательным и глубоким — через определенные промежутки закладываются разведочные шурфы и скважины… Наконец, накопив определенное количество информации, геологи на основании разрозненных данных пытаются составить геологическую карту месторождения.

…Как видите, уже в наши дни компьютеры создают трехмерные объемные фильмы о других планетах, позволяют подробно изучить не только их поверхность, но и заглянуть вглубь. Машина, таким образом, не только примеряет к себе зрительные способности человека, но и ищет (с помощью людей же!) способы значительно расширить их, приобрести новые уникальные качества.

Поговори со мной, машина…

— Были ли вы рады дождю, который прошел сегодня после полудня?

— Нет, я больше люблю солнечную погоду.

— Когда придет рождество, будет холодная погода.

— Холодная погода? Да, обычно в декабре морозно.

— Сегодня ясная погода. Долго она будет продолжаться?

— Позвольте мне не лгать. Это больше подходит продавцу. Как. может дождливая погода быть ясной?..

На первый взгляд, диалог как диалог. Немного скучный, малость витиеватый… Но весь разговор предстает перед нами в ином свете, когда выясняется, что на вопросы человека отвечала машина-ЭВМ Торонтского университета. И было это еще лет пятнадцать тому назад.

Правда, вопросы в то время задавались, машине при помощи клавиатуры дисплея, и отвечала она тоже, так сказать, печатно. Но суть дела от этого меняется мало: машина начала понимать человека при непосредственном общении.

Со временем подобные диалоги из сферы письменной переместились в сферу устную. Тем более что говорящие машины как таковые известны человечеству достаточно давно. И сто и более лет назад люди уже слышали машинную речь. А мы используем возможности, предоставляемые нам говорящими машинами, каждый день и неоднократно. Жители крупных городов, например, в любой момент могут поднять телефонную трубку, набрать номер и услышать, например:

— Восемь часов тридцать две минуты…

Точное время сообщают говорящие часы, работающие при помощи магнитофона.

Голос, записанный на магнитофонную пленку, сообщает нам также остановки в электричках, метро и уличном транспорте, начало киносеансов, прогноз погоды на завтра и может даже рассказать по телефону сказку — такая служба есть в Ленинграде. Сам телефон, кстати, тоже является своеобразной говорящей машиной, благодаря которой мы можем общаться друг с другом

за сотни или даже тысячи километров.

А хронограф, граммофон, патефон, электропроигрыватель?.. Это ведь тоже устройства, относящиеся к классу говорящих машин. Однако все эти машины имеют общий недостаток — они работают по определенной, жестко заданной наперед программе. Если на пластинке записана румба, то сколько бы вы ни ставили её на проигрыватель, никогда не услышите вальса. Магнитофонного «сказочника» нельзя попросить, чтобы он рассказал детям новую сказку взамен уже слышанной; пока на магнитофон не поставят новую кассету, он будет повторять одно и то же. Мы же. в разговоре друг с другом свободно пользуемся достаточно большим запасом слов, часто меняем тему разговора: поговорили о погоде, о делах семейных, о вчерашнем хоккейном матче, а потом вдруг вспомнили о прошлогоднем снеге или о происшествии, бывшем десять лет назад…

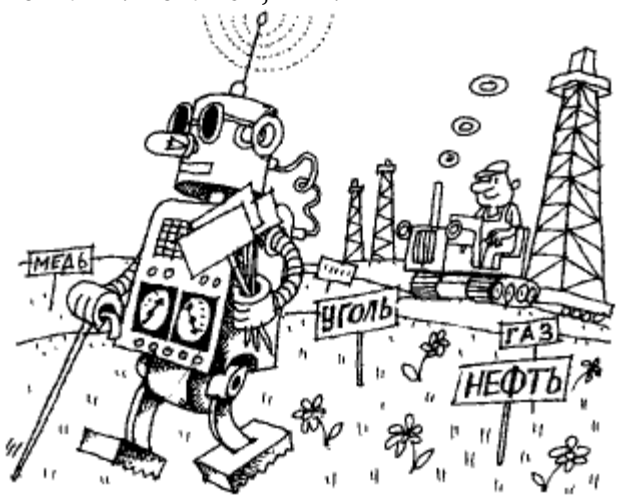
Такому же свободному речевому общению специалисты в принципе должны научить и машину. Но процесс этот, оказывается, не так уж прост. Люди намного способнее машин. Маленький ребенок осваивает разговорную речь примерно за два года, ученые и инженеры бьются над проблемами машинного разговора уже не одно десятилетие. И вот каких успехов за это время они достигли.

…Конструктор взял в руки микрофон, сказал своему подопечному:

— Будь вежлив, поздоровайся за руку.

Я с опаской взглянул на протянутую мне резиновую пятерню. Однако гуттаперчевые пальцы обхватили ладонь хотя и цепко, но мягко, можно сказать ласково.

— Иначе нам и нельзя. Ведь мы работаем с хрупкими электролампочками. Покажем, Чик?



Резиновая пятерня тут же отпустила мою руку, застыла в ожидании.

Инженер Н. Комолов подошел к круглому столу, на котором лежала электролампочка, раскрутил его. Круг за кругом описывала она на столе, но резиновая пятерня даже не шевельнулась.

— Чик не умеет брать движущиеся предметы, — пояснил Комолов. — Надо звать помощника. Чак, приготовились!

И тут ожила другая механическая рука, на которую поначалу я не обратил внимания. В отличие от первой она заканчивалась железной клешней, похожей на большие плоскогубцы. Рука нависла над столом, и стало видно, что вся она усеяна блестящими точками. То были, как мне объяснили, ультразвуковые датчики, предназначенные для определения точного положения механической руки в пространстве.

— Внимание! Начали!

Чак рванулся вперед. «Плоскогубцы» сомкнулись на цоколе лампочки, подняли ее с движущегося стола и застыли на мгновение. А навстречу уже летела растопыренная пятерня Чика. Резиновые пальцы мягко обхватили колбу, опустили лампочку прямо в электрический патрон. Секунда — и завертевшаяся пятерня ввернула лампочку до конца. Вспыхнул свет. Затем Чик вывернул лампочку и положил ее в одно из гнезд стоявшей по соседству подставки.

— Вот и все. — Комолов опустил микрофон. — Чик и Чак свое дело сделали. Взяли лампочку с движущегося стола, имитирующего конвейер, проверили ее годность и положили на хранение.

— А если бы лампочка не загорелась?

— Тогда бы робот поместил ее в ящик для бракованных изделий. Вот видите фотоэлемент, — мой собеседник указал на небольшой прибор по соседству с патроном. — Он реагирует на свет и подсказывает роботу, как поступить с той или иной лампочкой.

Впрочем, как вскоре выяснилось, сотрудники СКВ при Ленинградском политехническом институте взяли лампочку просто для наглядности. В принципе же комплекс роботов ЛПИ-2 — так официально зовут Чиха и Чака — может производить сортировку и перемещение в пространстве самых различных деталей, подчиняясь голосовым командам оператора.

…Конечно, грузчики во время работы могут и помолчать. Однако есть ряд профессий, для которых обязательно умение говорить по-русски или на каком-либо другом языке. И чтобы машина могла заменить человека на такой работе, ее обязательно

нужно научить говорить. Как это делается на практике, мы с вами сейчас и посмотрим.

— Сначала проведем настройку, — сказал специалист, подходя к микрофону. — Один, — произнес он уже в решетчатое окошко.

— Один, — тут же отозвалось в динамике.

— Два.

— Два, — отозвалось электронное «эхо».

— А теперь попробуем так. — Специалист щелкнул тумблером и снова сказал в микрофон:

— Один… — Но «эхо» словно испортилось.

— One, — отозвалось оно.

— Два, — сказал специалист.

— Two, — отозвалось «эхо».

«Да ведь машина ведет счет по-английски!» — догадался я.

Так началось знакомство с экспериментальной системой речевого диалога «Речь-і», созданной сотрудниками киевского Института кибернетики имени В. М. Глушкова АН УССР.

— Автоматический перевод может осуществляться не только на английский, но и на немецкий, французский и некоторые другие языки — пояснил мне один из создателей системы инженер С. Биднюк. — Машина может также «озвучивать» тексты, набранные на клавиатуре дисплея.

Он застучал по клавишам, и через несколько мгновений приятный мужской баритон произнес:

— Киев — один из красивейших городов страны.

Впрочем, «Речь» не только говорит. В этой системе впервые в мире объединены функции распознавания и синтеза речи. Когда человек говорит в микрофон, электрические сигналы, в которые преобразуются акустические колебания, поступают в анализатор. В нем производится вычисление признаков, характеризующих звуки речи по спектру и некоторым другим характеристикам. В результате анализатор выдает как бы «портрет» слова, который сравнивается с эталоном — описаниями всех слов, накопленных в памяти машины в результате обучения и настройки. По мере распознавания произнесенные слова высвечиваются на экране индикаторного устройства. Одновременно тот же текст используется для озвучивания слез с помощью синтезатора речи. Таким образом, при правильном распознавании устная команда не только высвечивается ка экране, но и повторяется машинным голосом. Это очень удобно для оператора, который на слух может определить правильность восприятия команды, перед тем как машина начнет ее исполнять.

— «Речь» может распознавать около 200 команд. — сказал

Биднюк. — Объем же словаря при синтезе речи неограниченный. То есть машина способна повторить любую фразу на русском, украинском или на каком-то из иностранных языков. Но, пожалуй, главным достоинством системы является высокая четкость распознавания принимаемых команд — в 95% случаев машина все понимает правильно.

…Ну а раз машина сегодня способна и слушать, и говорить, то самое время побеседовать с нею.

— Здравствуйте! Вас слушает электронная вычислительная машина. Какие есть вопросы?

Голос непривычный для слуха, с характерным машинным акцентом, но слова произнесены вполне отчетливо.

— Скажите, пожалуйста, в каком году родился писатель Толстой? Вопрос с «хитринкой»: всем известно, что писателей с такой фамилией было несколько. Но знает ли это машина?

— Простите, — раздается ее голос. — Уточните, какой именно писатель Толстой имеется в виду.

— Лев Толстой.

— Великий русский писатель Лев Николаевич Толстой родился в 1828 году.

Так отвечает на вопросы «Фонемофон» — говорящая машина, созданная сотрудниками Минского научного отдела Московского отделения ЦНИИ связи под руководством Б. Лобаккина.

— Диалог о писателе Толстом — всего лишь демонстрация некоторых возможностей машины, — говорит руководитель работы. — В настоящее время «Фонемофон» доказал, что ему по плечу и более сложные обязанности…

Действительно, недавно говорящий робот был задействован в системе «Интеллект» Минжилкоммунхоза БССР. Утром с его помощью ЭВМ министерства обзванивает всех руководителей и

напоминает им о предстоящих на день делах. Закончив секретарскую работу, машина становится экспертом-советчиком: с ее помощью можно получить все последние данные о работе подразделений министерства буквально через несколько секунд после запроса.

Но, пожалуй, самое интересное начинается вечером, когда сотрудники министерства заканчивают рабочий день, разъезжаются по домам и «Интеллекту» в известной степени предоставляется свобода действий. Он по представленному ему списку методично обзванивает минчан, напоминая им о невнесенной вовремя квартирной плате или о неоплаченном междугородном телефонном разговоре. Если трубку в квартире никто не снимает, робот не забудет перезвонить попозже или сделает звонок на следующий, день.

В скором будущем «Фонемофон» примет на свои плечи еще одну обязанность — станет помогать людям в поиске нужного лекарства. Позвоните ему, и он тотчас сообщит, в какой именно аптеке оно есть.

— Ну а как люди относятся к тому, что им домой стал звонить говорящий робот? — поинтересовался я у создателей «Фонемофона».

— По-разному. В основном благожелательно, с пониманием. Но Порой не обходится и без казусов. Как-то позвонила старушка и пожаловалась: «Ваш товарищ напоминал об уплате за квартиру. Так пока я за квитанцией бегала, чтобы номер сказать, он повесил трубку. Невежливый…»

Значит, говорящему роботу надо учиться еще и этому.

«Искусственный интеллект» — всемогущий электронный разум!

— Можно?..

Он пришел на экзамен во всеоружии: с зачеткой, ворохом бумаг и с… гитарой.

А гитара зачем?

Оказалось, — для наглядной демонстрации полученных результатов. Программа, которую создал студент, может сочинять музыкальные пьесы в любом, наперед заданном ритме, будь то вальс, шейк или «хэви метал»…

Вот так, что называется с музыкой, у нас в Физтехе проходят экзамены по программированию. Созданные студентами программы играют в шахматы, шашки и другие игры, сочиняют музыку и стихи… И ставя очередное «отлично», я тогда думаю: «А ведь несколько десятилетий назад люди пугали друг друга

угрозой машинного бунта. Машины поработят людей, заставят их работать на себя, словно рабов, — такие заявления делались на полном серьезе…»

Эту историю рассказал мне не так давно один из преподавателей Московского физико-технического института. И действительно, история о том, могут ли машины думать и чем грозит человечеству приобретение ими таких способностей, достаточно давняя.

Началось все как будто с пустяков. Уже на заре применения. ЭВМ, наряду с программами, по которым производились математические расчеты, стали появляться и программы «для восприятия и воспроизведения», «поведение мыши в лабиринте» и тому подобные. В общем, довольно скоро программисты выяснили, что худо-бедно, но программированию поддаются многие стороны человеческой деятельности.

«Значит, в принципе машины способны заменить человека на любой работе — не только физической, но и умственной!» — подхватили эстафету писатели-фантасты. А. Азимов, Р. Брэдбери, А. Кларк и многие другие известные и менее известные писатели стали создавать шутливые, а то и мрачные произведения, в которых взбунтовавшиеся роботы шли войной против своих создателей.

Масла в огонь подливали то и дело появлявшиеся сообщения о создании кибернетических муравьев, черепах, кошек и собак, а то и человекообразных роботов, которые своим поведением во многом напоминали живых, настоящих людей.

Всех, пожалуй, перещеголял английский ученый Г. Паск. Сам по своей натуре человек оригинальный (так, например, он считал, что лучшее время для работы наступает после 18–20 часов непрерывного труда, и поэтому работал обычно подряд несколько суток, а потом отсыпался оптом), он ухитрялся найти зачатки разума даже у кристаллов, выращенных им из раствора.

Словом, шумиха среди обывателей и даже в ученом мире достигла таких размеров, что в дело были вынуждены вмешаться специалисты самого крупного ранга — «отец кибернетики» Н. Винер, Дж. фон Нейман и другие.

Прежде всего нужно было определиться, выяснить, что такое искусственный разум. Могут ли вообще машины мыслить? Что скрывается за этим понятием? Среди первых, кто попытался более-менее обстоятельно ответить на эти вопросы, был американский математик А. Тьюринг. В статье, которая так и называлась: «Может ли машина мыслить?», он писал, что если машину с программой, имитирующей действия человека, и самого человека поместить в одинаковые помещения и попросить

кого-либо узнать, где есть кто, задавая вопросы в письменной форме или по телеграфу и по тому же каналу получая ответы, то такой наблюдатель, по всей вероятности, окажется в очень большом затруднении.

Это утверждение, кстати, немного позднее блестяще подтвердилось на практике при довольно комичных обстоятельствах. Д. Боброву — ведущему специалисту канадской фирмы «Белт, Беранек энд Ньюмен» стоило больших трудов убедить разгневанного вице-президента фирмы, что на все его вопросы, заданные по телетайпу, занудливо и бесцеремонно отвечал не сам Бобров, мирно спавший в это время, а установленная у него дома вычислительная машина.

В своей же работе Тьюринг сделал такой вывод: машина может с большим правдоподобием подражать человеческому мышлению. Но может ли она мыслить самостоятельно? Ученый, по существу, так и не ответил на этот вопрос, хотя и наметил некоторые пути создания автоматов, которые бы отличались какой-то сообразительностью.

Да и как он мог ответить на этот вопрос более четверти века назад, если и по сию пору никто толком не ответил на другой вопрос: «Что же такое мышление?» Ответ: «Мышление есть высшая форма активного отражения объективной реальности…» — кибернетиков не устраивает, поскольку его не запрограммируешь. Специалистам нужно конкретное описание процессов мышления, которые протекают в голове человека. А раз таких знаний человечество еще не накопило, то и говорить о создании думающих машин пока преждевременно. Машинное поведение будет отличаться правдоподобием только в тех случаях, когда оно, это поведение, как говорят математики, может быть формализовано, наперед задано и какие-то критерии поведения машины заложены в машинную программу. Любая, даже самообучающаяся, машина становится в тупик, если попадает в ситуацию, которую ее создатели предусмотреть не смогли.

Такой вывод следовал из статьи А. Тьюринга. Но наука ведь не стоит на месте. И если чего-то сегодня люди не знают, то они, возможно, будут знать это завтра. А познав что-то сами, смогут научить тому же и машины. Вспомним хотя бы: некоторое время назад ЭВМ не умели воспринимать зрительные и слуховые образы. Теперь, как мы знаем, эти проблемы потихоньку снимаются с повестки дня. Появились уже программы и устройства, которые позволяют ЭВМ читать печатный и даже рукописный тексты, отличать на фотографиях одно человеческое лицо от другого, понимать команды, отданные оператором вслух,

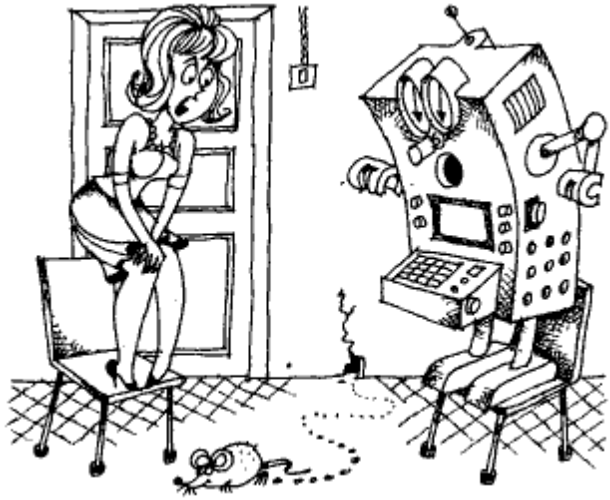
и отвечать на его вопросы… Но ведь за всем этим, если вдуматься, стоит и еще одна способность компьютеров — машины начинают осваивать первые навыки логического мышления.

Термин «искусственный интеллект» появился не так давно — в конце 60-х годов. Поначалу он, как рассказывал профессор МФТИ Д. Поспелов, обозначал исследования, целью которых был поиск путей автоматизации тех умственных действий, которые традиционно считались привилегией человеческого мозга. Первые модели-должны были играть в шахматы, шашки…

Успехи в этом направлении хорошо всем известны. Ныне проводятся даже чемпионаты мира по игре в шахматы среди вычислительных машин. Однако моделирование поведения игрока в шахматы. хотя и послужило неплохой рекламой этого научного направления, вовсе не самоцель для той отрасли науки, которая занимается созданием искусственного интеллекта. Таким способом специалисты просто хотели нащупать некие приемы и методы, которыми пользуется человек, когда решает возникающие перед ним умственные проблемы.

Эти первые шаги и сформировали в конце концов новое научное направление, получившее название «теория искусственного интеллекта». Прикладные цели этой теории — заменить некоторые интеллектуальные функции человека работой ЭВМ. И надо сказать, что первые успехи в этом направлении уже достигнуты. В нашей стране, например, создана система «Старт», которая в значительной степени облегчила диспетчерам их сложную работу по управлению взлетом и посадкой самолетов. Разрабатываются системы, помогающие водить эти самые самолеты, а также корабли и другие средства транспорта. Причем речь тут идет не о механическом выдерживании заданного человеком курса, высоты или скорости, но и определении своего Места в океане или воздушном пространстве, реакции на приближающуюся опасность и т. д.

Одновременно с прикладными разработками ведутся и фундаментальные исследования в этой области. Ведь если мы хотим когда-либо создать компьютерную систему, которая могла бы вести себя во многих случаях в точности как человек, а возможно, и лучше его (например, машинам вряд ли когда-либо будет свойственно поддаваться страху, панике и т. д.), то ученым придется решить еще немало фундаментальных проблем.



Как решаются некоторые из этих проблем восприятие окружающего мира, организация диалога на языке, близком к естественному, — мы с вами уже говорили. Поэтому здесь мы уделим главное внимание третьей проблеме — целесообразному поведению машины в окружающем нас мире, которому порою свойственны внезапные, зачастую непредсказуемые изменения. Каким образом люди ухитряются выкручиваться из ситуаций, где нет, казалось бы, — никакого выхода? Это во многом еще непонятно.

Поэтому специалисты сегодня развивают не только специальные кибернетические дисциплины, но и другие, казалось бы, чисто человеческие. Развивается специальная область, так называемая нормативная психология, изучающая поведение человека, у которого как раз «все в норме», т. е. нет отклонений в психике от общепринятых критериев. Изучаются и сами эти критерии — что именно стоит брать за образец нормального поведения? Разбираются ученые также и в основах образного мышления, т. е. пытаются подвести научную базу под способность человека классифицировать даже разнородные факты, приводить свои знания в некую систему и таким образом эффективно пользоваться ими.

Эти методы эвристического подхода позволяют уже в настоящее время отказаться от громоздких алгоритмов последовательного перебора, которыми пользовались еще недавно. Если бы компьютеры, играя в шахматы, пользовались лишь методом последовательного перебора всех возможных вариантов, то партии между ЭВМ, даже при всем быстродействии современной вычислительной техники, продолжались бы… миллионы лет! Однако на практике этого не происходит. Компьютеры сразу же отметают большинство ходов как

практически неприемлемые и сосредоточивают основное внимание на нескольких, наиболее перспективных вариантах.

Таким образом, уже сегодня можно сказать, что ученым удалось в какой-то мере дать кибернетическую интерпретацию понятия «разум». Более того, последнее время все чаще говорят о создании ЭВМ так называемого нейронного типа. Однако считать, что мы научили компьютер думать в полном объеме этого слова, пока нельзя. Почему?

— У любого автомата есть свой маленький интеллект, — сказал как-то по этому поводу академик АН УССР Н. Амосов, — и его моделирование не вызывает трудностей. Они возникают, когда мы подходим к воссозданию особенностей человеческого разума. Нам удалось воспроизвести некоторые его «качества». Мы «прощупали» чувства, сознание и подсознание… Сделано несколько моделей на цифровых машинах, которые воссоздали работу мозга в виде семантической сети. Мы даже получили возможность прикоснуться к некоторым чиста психологическим функциям. Однако никакого искусственного интеллекта все же воссоздать не удалось. Почему? Да хотя бы уже потому, что просчитать каждый этап временной сети, уровень активности, допустим, даже 300 их связей (а это по сравнению с мозгом ничтожная величина) на современном уровне техники представляется невозможным…

Амосов сказал это около пятнадцати лет назад. И хотя за пятнадцать лет вычислительная техника значительно усовершенствовалась, вопрос о создании искусственного интеллекта и по сей день остается открытым. Причин тому несколько. Одна из них в том, что одновременно с качественным и количественным ростом вычислительной техники растет и понимание сложности поставленной задачи. На сегодняшний день, например, с достаточной четкостью осознано, что полушария мозга представляют собой, в общем-то, разные «машины». В начале 70-х годов было открыто, что каждому из полушарий свойствен свой образ мышления. Одно преимущественно мыслит логически, другое — образно.

— Наше мышление основано на двух типах восприятия внешнего мира: чувственном (неосознанном) и осознанном, — говорит по этому поводу академик Г. Поспелов. — То, что человек осознает, стало быть, может выразить словами, составляет лишь небольшую часть работы мозга. Процессы мышления нельзя наблюдать непосредственно. О них можно судить лишь косвенно, изучая, как преобразуется информация, поступающая в мозг. Поэтому так мало известно, что происходит в «образном» полушарии. А без этого нельзя создать интеллект, сколько-нибудь

похожий на человеческий…

Да и сам процесс логического мышления, оказывается, намного отличается оттого представления, которое бытовало у многих ученых еще недавно. Считалось, что при определенных видах умственной деятельности в мозге работают лишь отдельные центры, ответственные за данные функции, в то время как другие центры отдыхают. Однако эксперименты, проведенные видным советским физиологом Б. Котляром и его коллегами в Московском государственном университете им. М. В. Ломоносова, показывают, что мозг работает как единое целое и нет нейронов, которые бы не реагировали на события в других участках мозга. В нем постоянно формируются так называемые функциональные состояния — сети или ансамбли нейронов, замкнутых между собой особым, каждый раз новым образом. Причем если раньше считалось, что каждый нейрон может иметь сколько угодно связей с другими, то по сегодняшним представлениям, количество таких связей вряд ли более четырех. Этого, впрочем, вполне достаточно для образования самых различных, не повторяющих друг друга ансамблей. Таким образом, вся деятельность, мозга представляет собой некий процесс постоянно сменяющих друг друга состояний.

Но несмотря на все эти достижения, перед исследователями проблемы искусственного интеллекта по-прежнему стоит во весь рост главный, корневой вопрос проблемы: «Что же такое мышление?» В разные годы кибернетики пытались отвечать на него по-разному, и всякий раз оказывалось, что данное определение неполно и искать истину надо глубже. Поначалу полагали, что «думающей машине» достаточно иметь память, потом — способность обучаться, затем — понимать человеческий язык, логически анализировать ситуации хотя бы на шахматной доске…

Всеми этими свойствами современные ЭВМ уже обладают. Неспециалисту порой бывает даже трудно представить, насколько разветвлена и многообразна деятельность современных компьютеров. Например, уже существуют многочисленные экспертно-информационные системы, с которыми специалисты вполне всерьез советуются в самых ответственных ситуациях. Так, скажем, система «советчик врача» помогает ставить правильный диагноз и назначать лечение. ЭВМ также поручают следить за состоянием послеоперационного больного, перекладывая на плечи машины всю тяжесть контроля реанимационных и реабилитационных процессов. Компьютеры принимают сегодня на себя весь груз подготовки ответственных решений в сфере производства и экономики, дают возможность определить, что

получится еще до того, как будет запущен экспериментальный ускоритель или взлетит только что вышедший из ворот опытного, цеха самолет. Машины сегодня даже решают военные вопросы. Согласно многим военным доктринам, эффективные военные действия в настоящее время невозможны без кибернетического моделирования и управления. Вопрос, конечно, в том, стоит ли человечеству всецело доверять свою жизнь «электронным стратегам», но в принципе машины к такому положению дел вполне готовы.

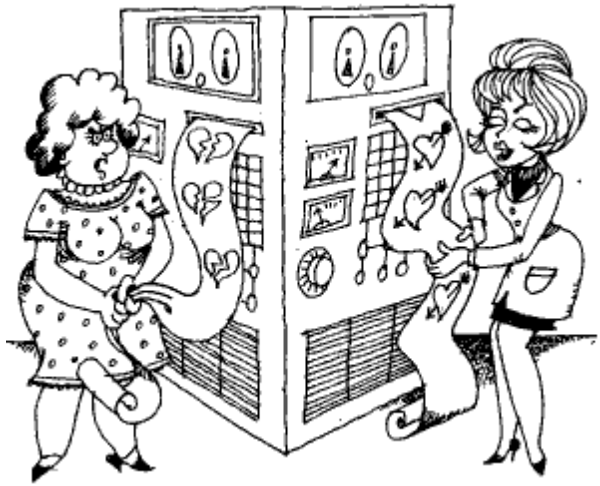
Однако все это, повторяю, вовсе не значит, что машины научились думать.

— Всякая вычислительная машина, каким бы поразительным ни оказалось ее умение «самообучаться», адаптироваться к изменяющимся условиям, работает все-таки на основании заранее составленной программы к поступающих исходных данных, — полагает доктор физико-математических наук В. Барашенков. — И хотя такая особенность характерна и для разумного человека — ведь мы тоже реализуем, особенно в первые месяцы жизни, заложенную в нас при рождении генетическую программу, — принципиальное различие состоит в том, что мы способны. мотивированно, т. е. целенаправленно, в зависимости от конкретных условий изменять программу действий, притом так, что новая программа строго логично не вытекает из старой. Наши вычислительные машины и вообще любые кибернетические системы, построенные на тех же принципах, что и современные ЭВМ, этим свойством не обладают. Вот если бы случилось так, что какая-то ЭВМ, решавшая; например, задачи гидродинамики и квантовой механики, сама синтезировала эти два раздела науки и вывела бы уравнения квантовой теории поля, предсказав новые явления в этой не известной ей ранее области, тогда, наверное, мы были бы вправе назвать ее думающей…

Вот, оказывается, что самое главное в процессе мышления! Умение ставить задачу и самопрограммироваться на ее решение.

Но и это еще не все. Посмотрите, скажем, на поведение муравьев или пчел. Они очень оперативно реагируют на изменение окружающей обстановки, будь то изменения в погоде или вмешательство человека, но вправе ли мы их называть мыслящими существами?.. Ответ на этот вопрос остается открытым, поскольку никто, наверное, на сегодняшний день не возьмет на себя смелость сказать, что насекомые разумны. И в то же время списывать все их действия на один лишь чистый инстинкт, т. е. наследственную программу поведения, тоже, наверное, нельзя. Уж слишком неожиданны порой бывают изменения внешней среды, тут никаких инстинктов не

напасешься. А насекомые все-таки приспосабливаются, вырабатывают новые программы действий…



В общем, на сегодняшний день многие ученые полагают, что разница между живым и неживым, думающим и недумающим диффузна, проходит где-то на уровне микроскопических объектов, возможно, даже отдельных клеток. Такие свойства разума, как способность к анализу и качественному синтезу в зародышевой форме, присутствуют уже в рефлекторном акте живого организма.

Так что же, значит, на микроскопическом уровне и надо строить мыслящую машину? Вполне возможно. И мы к этому вопросу еще вернёмся. А пока давайте попробуем ответить на другой вопрос: «Так можно ли все-таки построить мыслящую машину?» Да, можно. Вся тонкость в том, на каком уровне она будет мыслить.

— Универсальный разум, я думаю, мы не создадим. Потому что он должен был бы схватить слишком большой круг восприятий и моделей. А вот в том, что можно сконструировать интеллект на уровне человеческого, я не сомневаюсь.

Такова точка зрения академика Н. Амосова. А вот суждение другого специалиста в данной области.

— Мало надежды на то, что увеличение быстродействия и памяти машины до колоссальных величин приведет к превращению количества в новое качество и у машины начнут появляться «собственные мысли», — считает академик Г. Поспелов. И продолжает свои рассуждения: — Тем более абсурдна идея, что в будущем искусственный интеллект будет наделен чувствами и его можно рассматривать как живое существо со всеми правами человека. Такие заявления, как мне кажется, делаются в чисто рекламных целях, ибо под ними нет

никакой научной материалистической базы. В самом деле, можно ли представить себе машину, испытывающую к кому-нибудь любовь или ненависть? Я, например, не могу…

Таким образом, можно считать, что ученые спустя десятилетия подвели итог еще одному этапу проблемы создания искусственного интеллекта. Ведь еще в 1950 году уже известный нам А. Тьюринг, отмечая ограниченные возможности тогдашних компьютеров, писал: «Он не может быть добрым, дружелюбным, изобретательным, иметь чувство юмора, отличать истинное от ложного, делать ошибки, влюбляться и становиться предметом любви, получать наслаждение от клубники со сливками, правильно пользоваться словами и размышлять о своей судьбе, совершать нечто действительно новое и быть столь же разнообразным, как и человек…»

Правда, кое-чему за это время компьютер все же научился. Он в какой-то мере умеет отличать истину от лжи, выявляя логические противоречия в поступающей информации. И ошибок в его работе бывает предостаточно. Учится он (и довольно успешно) правильно пользоваться словами. Но вот в главном по-прежнему остается верным высказывание «отца кибернетики» Н. Винера: «Оставьте человеку человеческое, а машине — машиново…» И этот «водораздел», по-видимому, будет существовать всегда.

Что же тогда остается на долю машинного интеллекта? Оказывается, далеко не так мало, как может показаться. Вот несколько примеров…

Такие разные модели

— Активная система — это, говоря иначе, человек. Таким образом, мы занимаемся проблемой управления человеком — так пояснил мне суть своей работы заведующий лабораторией активных систем Института проблем управления АН СССР, доктор технических наук В. Бурков. — Причем в данном случае под термином «человек» мы понимаем не только отдельного индивидуума, но и целые коллективы людей, работающих сообща Для достижения общей цели…

Человек же сам по себе достаточно сложная, как говорят специалисты, многокритериальная система. То есть на его поведении могут сказываться многие факторы: степень профессиональной подготовленности, характер работы, привычки и даже то, выспался он или не выспался сегодня… В зависимости от этого ответы на один и тот же вопрос: «Как повысить надежность работы человека?» — получают разные. А значит, и

способы воздействия на человека с целью уменьшения ошибки в каждом конкретном случае могут быть различны.

Пожалуй, лучше всего убедить человека, что поступать именно так, как он делал до сих пор, не выгодно ни производству, ни ему самому. Вот вам конкретный пример такой ситуации. Недавно за помощью к сотрудникам лаборатории активных систем обратились инженеры Новокузнецка, занимавшиеся созданием автоматизированной системы управления выплавкой стали.

Плавить сталь — дело непростое. Находясь несколько часов кряду у раскаленной печи, сталевар с подручными все время следит за ходом плавки. То он чуть повысит, то понизит температуру в печи, вовремя добавит нужное количество легирующих элементов и точно в срок выпустит металл.

Как он узнает, что и в какой момент ему нужно делать? Ему помогают в этом анализы экспресс-лаборатории. Зачерпнет Подручный сталевара специальной ложкой-ковшиком на длинной ручке немного металла из печи, и лаборанты через некоторое время сообщают: «В стали столько-то процентов железа, столько-то углерода и серы…»

Но пока длится анализ, можно упустить драгоценное время. Поэтому опытный сталевар умеет определить качество стали и на глаз: по цвету пламени, по виду самого расплава, по времени, которое длится процесс… Такое умение дается нелегко, требует накопления многолетнего опыта, в спешке люди далеко не всегда действуют наилучшим образом… Словом, перед нами как раз тот случай, когда труд человека нуждается в помощи машины.

Однако сделать процесс плавки автоматическим еще никому в мире не удалось. Поэтому в Новокузнецке решили для начала создать автоматизированную систему управления, которая бы работала в режиме «советчик сталевара». ЭВМ с помощью системы датчиков следит за процессом и высвечивает свои рекомендации на экране дисплея. А там уж дело человека — принимать или не принимать эти рекомендации к исполнению.

Сталевары с радостью встретили новинку. Однако процесс выплавки стали, как мы уже говорили, очень сложен, далеко не все его тонкости удалось учесть сразу при проектировании системы. Поэтому нет ничего удивительного в том, что первые советы компьютера были, мягко говоря, весьма далеки от идеала. Сталевары сначала посмеивались над ними, а потом и вовсе перестали обращать внимание на работу ЭВМ.

Впрочем, разработчики не дарам ели свой хлеб. Они создали самообучающуюся, адаптивную систему. То есть компьютер в каждом конкретном случае анализировал свои решения, решения

сталевара и выявлял лучшие… Машина училась на ошибках, и через некоторое время ее советы стали заслуживать того, чтобы ими воспользовались. Но сталевары уже привыкли к мысли, что от ЭВМ толк невелик, и но-прежнему не обращали на нее внимания. Что делать? Как преодолеть сложившийся психологический барьер?

Подумав, ученые предложили производственникам использовать двухканальную систему управления процессом. То есть, говоря проще, предложили устроить соревнования между человеком и компьютером. ЭВМ начисто лишена самолюбия, аккуратна, ничего не забывает. Поэтому если ввести в программу небольшое дополнение, то после каждой смены можно будет наглядно увидеть, сколько ошибок сделал человек и сколько компьютер, каков результат труда в том случае, когда человек действовал но своему усмотрению, и каков он был бы, если бы сталевар послушался совета ЭВМ…

Спортивный азарт соревнования в сочетании с точным научным подходом быстро сделал свое дело. В настоящее время все сталевары используют в своей работе советы компьютера. Это позволило на двадцать процентов повысить эффективность их труда, экономить ежегодно миллионы рублей!

Советские ученые также научились использовать подобные деловые игры для различных целей, создают математические модели самых неожиданных процессов и событий. Так, например, несколько лет назад в Вычислительном центре АН СССР вновь разыгралось… Синопское сражение!

— Мы знали во всех деталях тактику русской и турецкой эскадр, в том числе все — целераспределения и маневры, которые совершали русские и турецкие корабли, — вспоминал один из участников этой работы академик Н. Моисеев. — Мы хотели понять, насколько правильно распорядился адмирал Нахимов своими кораблями. Что могли сделать в этой ситуации турки… Результат оказался весьма интересным. ЭВМ показала, что Нахимов действовал практически оптимально. То есть он настолько верно расставил свои корабли и нацелил первый удар, что единственное спасение турок состояло в отступлении. Пока не поздно, им было необходимо ретироваться с поля сражения и попытать счастье уже в другом месте, при другой диспозиции. Иного выхода у них не было…

Понятно, что такая игра — не более как проверка возможностей нового метода математического моделирования. Убедившись в его действенности, специалисты стали использовать его весьма широко, во многих отраслях народного хозяйства. Испробовали они свои силы даже в решении

общегосударственных задач.

— Мы решили придумать свою собственную планету, населить ее придуманными персонажами, наделить эти персонажи способностью создавать технологии, вести войну и так далее, — продолжает Н. Моисеев.

Правда, планета, созданная математиками, была весьма далека от реальной даже по форме. Она была не шарообразной, как наша Земля, а цилиндрической — так оказалось удобнее описывать происходящие на ней события в математической форме. На планете размещалось всего три государства — А, В и С. Первое обладало богатыми запасами полезных ископаемых, большим населением, огромной территорией, но низким уровнем развития промышленности. Другая страна обладала, напротив, малой территорией, бедными природными ресурсами, население ее было невелико, зато очень высок уровень промышленного развития. Третья страна занимала промежуточное положение.

Потенциальные возможности государств были описаны математически. Известны и законы, которыми надо руководствоваться, чтобы не «прогореть». Можно начинать игру, т. е. привести модель в действие? Оказалось, нет. Забыли одну «мелочь»-людей, осуществляющих все замыслы, приводящих в действие машины. Модель цилиндрической планеты стала функционировать более-менее удовлетворительно, лишь когда в состав каждого «государства» включили экспертов — людей, которые принимали решения в затруднительных случаях. Машина готовила им данные, показывала, что происходит в результате развития тех или иных событий, но главное действие — решение — производили все-таки люди. Тем не менее, отталкиваясь от таких упрощенных построений, специалисты затем смогли прийти к гораздо более сложным аналогам.

— К настоящему времени система моделей, разработанная в Вычислительном центре АН СССР, — говорит академик Н. Моисеев, — уже позволила провести серию интересных экспериментов, давших новую и в достаточной степени неожиданную информацию о свойствах биосферы на современном этапе ее развития…

В упрощенном виде эту систему можно представить в виде трех блоков — блока климата, блока биоты и блока человеческой активности.

Климатический блок состоит из двух систем. Первая из них описывает динамику биосферы, ее энергетику, перенос влаги, испарение и т. д. Вторая система описывает — динамику океана, его приповерхностного слоя. Океан чрезвычайно инерционен, изменения, например, средней температуре в нем происходят

лишь за периоды порядка сотен лет. Поэтому если мы хотим получить какие-то оценки погоды на ближайшее десятилетие, для этого бывает достаточно знать динамику изменения процессов в приповерхностном слое океана.

Все перечисленные процессы чрезвычайно сложны. Из-за этого их пришлось описывать упрощенными уравнениями. Но даже в таком случае математические выражения получаются столь громоздкими, что вряд ли когда-либо их удалось бы проанализировать вручную. Только использование мощнейших компьютеров позволило в какой-то степени надеяться на успех.

Уже первая серия экспериментов, проведенная группой В. Александрова, показала, что предложенная модель климата более-менее правильно отражает уже хорошо изученные синоптиками процессы, например, круговое движение воздушных масс в Атлантике, сибирский антициклон, который устанавливается в январе, и некоторые другие явления. В дальнейшем эти модели будут совершенствоваться и могут стать полезными для долгосрочного предсказания, скажем, «парникового эффекта», тенденций развития «озонной дыры» и других подобных явлений.

Осенью 1982 года были проведены, модельные исследования глобальных биосферных процессов. Они подтвердили работоспособность созданной модели, хотя и не смогли объяснить некоторые явления, уже известные науке. Например, никак не удалось разобраться с так называемым максимумом голоцена. Известно, что 5–7 тыс. лет назад климатические условия на Земле повсюду были более благоприятны, чем сейчас, хотя в ту пору средние температуры на 3–5 градусов превышали нынешние. Согласно современным научным взглядам, это должно было бы привести к повышенной засушливости многих районов. Однако на деле все было далеко не так, даже в Сахаре существовал гораздо более влажный климат, чем сегодня. Почему так произошло? В этом еще предстоит разобраться.

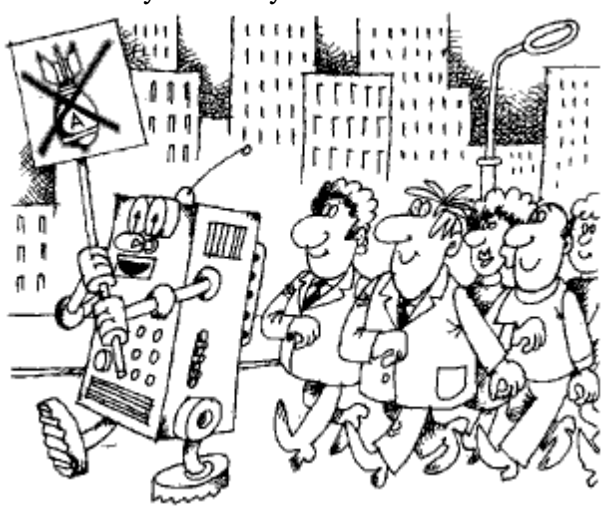
Наиболее впечатляющий результат получился при моделировании некоторых процессов, непосредственно связанных с деятельностью человека. Мы уже привыкли к тому, что человечество, говоря словами Вернадского, превратилось в одну из сильнейших геологических сил на Земле, но как-то особо не задумывались, какими последствиями это может обернуться.

ЭВМ показала все на редкость наглядно. Оказывается, что человечество, имеющее в руках ядерное оружие, может буквально за несколько минут превратить свою цветущую планету в безжизненный ад. До этой работы считалось, что взрыв ядерной бомбы можно в какой-то мере сравнивать с извержением

крупного вулкана. Однако математический эксперимент показал, что ядерный взрыв в атомной войне не имеет никаких аналогий с природными явлениями — последствия несопоставимы.

Действительно, самое большое извержение вулкана, зарегистрированное человечеством, произошло в 1815 году в Индонезии. Тогда при взрыве вулкана Тамбора в атмосферу на высоту 20 км было выброшено порядка 100 куб. км пыли и пепла. С одной стороны, это в тысячи раз больше, чем мы имеем при одиночном атомном взрыве — это показали испытания прошлых лет, проводившиеся еще в атмосфере. Но с другой стороны, война разительно отличается от испытаний. При военных действиях наиболее вероятными объектами ядерных ударов окажутся города. Ядерные взрывы наряду с прямым разрушением строений, транспорта, ландшафта и т. д. вызовут и многочисленные пожары. Таким образом в верхние слои тропосферы будут подняты не только облака пыли, как при извержении вулкана, но и сажи. А это уже заметно меняет дело.

Пожар возбуждает своеобразную цепную реакцию, в результате которой образуются огненные торнадо. Они станут, выбрасывать в небо огромное количество сажи. Сажа перекроет доступ солнечному свету, в результате чего на планете резко понизился температура. Уже в первый месяц она может уменьшиться на 15–20 или даже на 30 °С. В итоге сразу наступят «ядерная зима» и «ядерная ночь», которые будут продолжаться 3–4 месяца. Осадки в виде дождя полностью прекратятся, земная поверхность промерзнет на глубину нескольких метров. Это лишит всех еще уцелевших жителей планеты запасов пресной воды, обрекая их на мучительную гибель.



Такую картину, с разницей разве что в некоторых деталях, нарисовали как советские, так и американские компьютеры,

поскольку параллельно с нашими учеными аналогичную модель проанализировали сотрудники известного многим американского ученого К. Сагана.

Расчеты произвели соответствующее впечатление на политиков всего мира. И наверняка в процесс нынешнего потепления международной обстановки свой вклад внесли трагические предсказания, сделанные беспристрастным «искусственным интеллектом».

Однако человеческий род, будем надеяться, все же не напрасно носит гордое звание «хомо сапиенс» — человек разумный. У него, наверное, все же хватит ума не превратить Землю во всепланетное кладбище. И потому давайте от грустной темы ядерной войны перейдем к разговору о вещах более веселых. Давайте посмотрим, какие горизонты развития кибернетики открываются в наши дни.

II. На пути к киборгам

Каким вы представляете себе компьютер, равный но своим возможностям человеческому мозгу? Да-да, 10 000 миллиардам его нейронов… В 50-е годы нашего столетия такая ЭВМ заняла бы столько места, как Нью-Йорк или Токио. А энергии потребляла бы больше, чем вся сеть метрополитена в этих городах.

Ныне же ученые говорят о возможности размещения такого компьютера в объеме черепной коробки, а для его питания будет вполне достаточно батарейки от карманного фонаря.

Но прежде чем такие суждения стали возможными, должны были произойти вот какие события.

Мини… микро… меньше некуда!

Транзистор заменил радиолампу, и ЭВМ, занимавшая машинный зал, стала умещаться в тумбах письменного стола. На смену транзистору пришли интегральные схемы, и сегодня мы носим ЭВМ в кармане…

Интегральная схема — это десятки, а то и сотни тысяч активных элементов — триодов, диодов, конденсаторов, размещенных методами современной технологии в полупроводниковом кристалле размером менее ногтя мизинца — так называемый чип. Микропроцессор такой же величины может иметь миллионы активных элементов. Причем размещение их в целях экономии места ведется в несколько этажей.

Однако ничего в нашем мире не дается даром. За запах цветов заплачено химической энергией растения, за шум прибоя — энергией ветра и волн, за красоту окружающего мира — энергией солнечного света… Платим мы и за миниатюрность счетно-решающих приборов. Их компактность не может быть снижена беспредельно при дальнейшем использовании нынешней технологии. И вот почему..

Компактность хороша не только сама по себе, но еще и потому, что она повышает быстродействие электронных приборов. В большом устройстве нужно больше времени, чтобы электроны пробежали свой путь по проводникам, накопили заряд в конденсаторах… Но уменьшая размеры электронных устройств, мы должны сохранять на определенном уровне их мощность. Иначе выходные сигналы окажутся настолько слабы, что не будут восприняты органами наших чувств, прежде всего зрением. А сохранение мощности, в свою очередь, приводит к повышению плотности энергии, выделяемой в единице объема.

— Говоря проще, — рассказывал доктор технических наук В. Дорфман, — мы здесь сталкиваемся примерно вот с какой ситуацией. Вы вышли погулять в ветреную погоду: Пока ветер не очень силен, вы легко преодолеваете его сопротивление. Но ветер все усиливается, превращается в ураган, и в конце концов прогулка становится невозможной — того и гляди вас унесет…

Такая аналогия дает наглядное представление о процессах электромиграции. Суть этого процесса заключается в том, что при определенной плотности энергии, выделяемой в единице объема, сила тока в проводнике может достигать миллионов ампер в пересчете на квадратный сантиметр! Обладая такой силищей, электроны начинают «сдувать» атомы с их законных мест в кристаллической решетке. И дело-кончается тем, что в каком-то месте проводник разрушается, перестает проводить электрический ток. Что делать?

Выход из положения нашел американский физик Дж. Баркер. «Раз проводники становятся помехой на пути микроминиатюризации аппаратуры, — предложил он, — давайте обойдемся без них…»

И Баркер предложил использовать вместо проводимости… туннельный эффект! Суть дела тут вот в чем. Специалисты в области. физики твердого тела обнаружили странное с нашей обыденной точки зрения явление: время от времени электроны появляются в тех местах полупроводникового кристалла, где их быть не должно. Их кинематическая энергия недостаточна, чтобы преодолеть потенциальный барьер запрещенных уровней, и все-таки электроны появляются. Каким образом?

Попробуем обратиться к помощи такой механической аналогии. — Представьте себе шарик, который катится по ровному столу. На пути шарика — препятствие, барьер. Перескочить его шарик не может, для этого он должен обладать по крайней мере вдвое большим запасом энергии. Значит, шарик не может оказаться по другую сторону барьера? Может! Но только при одном условии: если на его пути мы проделаем в барьере отверстие, туннель.

В действительности, конечно, никто никаких туннелей не делает. Шарик-электрон оказывается по ту сторону препятствия — потенциального барьера — только потому, что он обладает двойственными свойствами^, с одной стороны, он — частица, с другой — волна. И то, что не может сделать электрон-частица, вполне доступно электрону-волне. Ом, словно вода. сквозь земные недра, «просачивается» сквозь потенциальный барьер.

Вот этот-то туннельный эффект и предложил использовать Дж. Баркер. «Поскольку, благодаря туннельному эффекту,

электроны могут просачиваться сквозь полупроводниковое вещество, — рассуждал он, — то зачем нам проводники? Нужно вычислить вероятность перехода электронов из одного места в другое и считать, что в данном месте с такой-то вероятностью у нас есть проводник…»

Революционность такого вывода трудно переоценить. Баркер, по существу, перевернул все традиционные представления классической электроники. В самом деле, представьте, каково было бы водителям, если бы перед мостом на обочине шоссе вдруг появился плакат: «Внимание! Мост функционирует с вероятностью 0,5…» То есть, говоря иными словами, то ли он есть, то ли его нет в данный момент, никто не знает. Но вообще-то, если поток автомобилей будет непрерывным, есть шанс, что каждый второй доберется до другого берега.

Конечно, в обыденной жизни такая ситуация никого не устроит. Но физики довольно часто руководствуются странными законами необычного мира микрочастиц и тем не менее достигают хороших результатов. Так получилось и в этот раз. Дж. Байкеру удалось убедить скептиков. Причем сделал он это довольно простым способом: он построил модель электронного блока, руководствуясь своими принципами. И модель эта оказалась вполне работоспособной!

И на этом история новой технологии, по существу, только начинается. Дело в том, что к этой же проблеме предельной микроминиатюризации с другой стороны подошли биологи. Еще в 1974 году они установили, что многие органические материалы способны проводить электрический ток. Более того, когда проходит электрический сигнал определенной полярности, органическое вещество способно переходить в другое состояние. То есть, говоря проще, внутри каждого живого организма работают словно бы миллиарды триггеров — электронных приборов, каждому из которых свойственны два устойчивых состояния — «0» или «1».

Причем электроника живой клетки имеет молекулярный уровень. То есть своеобразным триггером может быть всего лишь одна молекула… Но ведь и Дж. Баркер предлагает создавать электронные приборы на атомно-молекулярном уровне! Нельзя ли объединить одно с другим?.. Несколько групп исследователей ведут в настоящее время работы на неисследованной территории.

Так, например, группа специалистов лаборатории физики твердого тела в Орсе (Франция), работающая под руководством Д. Жерома, интересуется сразу двумя видами материалов — проводящими полимерами и мономолекулярными кристаллами. Почему именно ими?

Мы привыкли к четкому разделению органического и неорганического миров. Трудно пока представить себе, что органические молекулы, можно использовать для создания транзисторов. Однако ныне дела обстоят именно так. Более того, некоторые из органических веществ могут обладать даже свойствами сверхпроводимости!

Идея о сверхпроводимости в органических молекулах была высказана около четверти века назад американским ученым Б. Литтлом. Пять лет спустя в лаборатории Института химической физики АН СССР группа И. Щеголева получила класс органических веществ, способных хорошо проводить электрический ток при комнатной температуре. Основу этих проводящих молекулярных кристаллов составляли колонки из плоских органических молекул.

После еще нескольких лет напряженной работы в советских, американских и французских лабораториях были получены соединения, которые оставались проводящими при самых низких температурах, вплоть до 0,1 К. Таким образом была подготовлена почва для создания сверхпроводящих соединений, которые, как полагали в то время, могут существовать лишь при сверхнизких температурах.

И действительно в 1980 году датскому химику К. Бернгарду удалось использовать плоскую органическую молекулу тетраметил-тетраселенфульвалена для синтеза соединений, в которых молекулы переходят в сверхпроводящее состояние при температуре около 1,5 К.

Не меньшие достижения получены и в области органических проводящих полимеров. Несколько лет назад американский физик А. Хигер продемонстрировал вентилятор, работавший от аккумулятора, пластины и рабочее вещество которого состояли только из органических веществ. Какие же преимущества могут оказаться решающими при выборе между органикой и неорганикой? Их много. Органика, как вы уже поняли, открывает дальнейшие пути развития микроминиатюризации электронных устройств вплоть до молекулярного уровня. Органика состоит из весьма распространенных в природе веществ. И наконец, органические молекулы обладают значительным разнообразием, способны к плавной перестройке, что может привести к созданию веществ с точным, заранее известным набором необходимых свойств.

— Эти преимущества уже были «взяты на вооружение» природой в процессе возникновения живых организмов, и нет причин сомневаться в том, что они могут быть использованы и при синтезе систем с нужными нам сверхпроводящими или

полупроводниковыми свойствами, — считает доктор физико-математических наук Л. Булаевский.

Отсюда, кстати, вытекает и еще одна особенность органической электроники. В одном из опытов подложку из кремниевого кристалла попытались заменить на протеиновую. Этот белок хорош не только тем, что вырабатывает электрические сигналы. Он является также родственным материалом многих клеток человеческого тела. А это значит, что протеиновые микрочипы можно будет имплантировать в человеческий организм!

Правда, как говорят скептики, у органической микроэлектроники проявляется очевидный недостаток: сложные органические молекулы, как правило, нестабильны, быстро распадаются. А значит, и основанные на них биологические микрокомпьютеры вряд ли будут очень долговечными. Однако мы знаем, как природа обошла эту трудность — она создала самовоспроизводящиеся системы. Именно к этому и стремятся специалисты в настоящее время.

За электроникой — биотика

В основе технологии современных полупроводниковых элементов лежит сочетание двух видов обработки этих материалов: введение примеси, так называемого я-типа, способной отдавать электрон, и примеси р-типа, способной электрон принимать. Обычно такие примеси вводят в германиевый или кремниевый кристалл. Однако последние исследования в области органической химии показывают, как мы только что убедились, что. это не единственные кандидаты для создания полупроводниковых элементов или чипов.

В присутствии паров йода полиацетилен тоже может получать свойства проводимости р-типа. Йод, проникая в структуру полимера, внедряется в нее и «ждет» появления электрона. То есть ведет себя точно так же, как, например, бор или галлий в кристаллической решетке кремния. А для того чтобы ввести в полиацетилен примесь я-типа, можно использовать литий, натрий или калий.

Органический полупроводниковый материал уже изготавливается в массовых количествах и стоит не дороже обычной клеенки. А значит, вполне серьезно можно подумать и об использовании его в электронике. Первое возможное применение — создание фотоэлементов;-для этого достаточно совместить один слой n-типа и два слоя р-типа.

Правда, такие структуры получаются еще не очень

стабильными, а значит, органические полупроводники не будут работать долго. Однако пока это ведь только начало. И начало, надо сказать, многообещающее. Скажем, уже в настоящее время удалось найти такие примеси, которые могут как отдавать, так и принимать электроны и оставаться при этом достаточно стабильными. На их основе уже созданы первые электробатареи, которые показали не только достаточную долговечность, но и оказались почти в 10 раз легче обычных.

Созданы также биочипы, в которых используется способность молекул ряда органических веществ выпрямлять электрический ток. В частности, установлено, что молекулы хинонов могут иметь два электрических состояния, отличающиеся распределением электрических зарядов и зависящих от них водородных связей. Таким образом, путем воздействия на хиноны электрическим током можно записывать логические нули и единицы. Причем, в отличие от обычных чипов, органическому соединению не требуется постоянный ввод команд V-он выполняет заданные функции при общем программировании.

Таким образом, уже сегодня начинают прорисовываться принципиальные возможности новой отрасли науки — биотики, которая, возможно, в следующем веке придет на смену всем нам хорошо известной электронике. Ведь уже сегодня есть биологические микроустройства, способные выполнять функции датчиков, процессоров, исполнительных механизмов. Родились новые разделы биофизики, которые изучают самоорганизацию биопроцессов. И если раньше исследователи шли в основном по пути воспроизведения в технике принципов, используемых в живых системах, то в настоящее время уже созданы гибридные системы и предпринимаются попытки, скажем, создать компьютер с процессорами, использующими элементы нервной системы. Его предполагают снабдить датчиками и исполнительными устройствами, в основе которых лежат молекулярные механизмы мышечного сокращения.

— Интерес к биологическим микроустройствам в мире не случаен, — считает член-корреспондент АН СССР Г. Иваницкий. — Источники биологических материалов дешевы и практически не ограниченны, благодаря непрерывным методам культивирования микроорганизмов и животных клеток. Биоустройствами обеспечивается широкий спектр преобразуемых видов энергии — химической, механической, световой, электрической, а в ряде случаев возможна обратимость процессов преобразования — это позволяет использовать датчики. для решения широкого круга задач. Биопреобразователи имеют сравнительно высокий коэффициент полезного действия (иногда

почти до 100 процентов), благодаря успехам молекулярной биологии их можно конструировать с заранее заданными свойствами, избирательной реакцией и высокой чувствительностью. Эти и многие другие преимущества делают биологические системы конкурентоспособными с техническими, а по некоторым параметрам позволяют превосходить их…

Так говорит ученый — представитель той категории людей, которым обычно свойственны осторожные высказывания, снабжаемые, как правило, некоторыми оговорками. Ну а как обстоят дела на практике?

…В штате Техас один фермер недавно выиграл соревнование с компьютером местной метеостанции по точности составления прогнозов. А помогла фермеру… корова! Если она к ночи ложилась, фермер уверенно предсказывал приближающееся ненастье, если нет, значит, завтра надо ждать хорошей погоды. Корова и наблюдательный фермер оказались правы в 90% случаев, в то время как компьютер не ошибся лишь в 70%.

…Опыты, проведенные английскими учеными, показывают, что муха с высокой точностью отличает сахарин от сахара. Каким образом? Исследователи полагают, что рецепторы на лапках мухи настолько чувствительны, что она может определять различия в структуре молекул.

…Основатель космической биологии А. Чижевский еще в тридцатые годы сконструировал аппарат, который предупреждал о всплесках солнечной активности за несколько дней до начала очередной вспышки. Главной «деталью» этого прибора были крошечные бактерии, которые в зависимости от режима солнечного освещения меняли свою окраску.

И список таких примеров, когда живые существа оказывались намного чувствительнее сложнейших электронных приборов, можно продолжать еще долго. Так почему же тогда мы чаще всего пользуемся именно показаниями аппаратуры? Одна из главных причин— трудность дешифровки показаний живых «предсказателей», невозможность идентичной замены одного на другой. Нужен был наблюдательный глаз фермера, годами следившего за повадками животных, чтобы выявить взаимосвязь между погодой и поведением пеструхи. И заменить ее на буренку никак нельзя.

Работать с более мелкими живыми объектами уже проще. Сотрудники биофака МГУ как-то записали на осциллограф сигналы вкусовых щетинок комара-пискуна. При этом однозначно выяснилось, что каждому химическому соединению, которое комар пробует на «вкус», соответствует определенная электрическая последовательность импульсов, а сами датчики-

щетинки срабатывали, даже если концентрация примесей составляла всего сотые доли грамма на литр воды. Эврика?! Не тут-то было… Стоило поменять комара, и характер электрических импульсов на экране тотчас менялся. То же происходило, когда экспериментаторы переходили от опытов с одной мухой j< опытам с другой. Точного повторения, а значит, и расшифровки результатов добиться не удалось.

Иное дело, когда мы переходим к опытам с микроскопическими живыми существами, а то и просто клетками. В опытах Чижевского замена одной пробирки другой вполне возможна — бактерий так много, что характерные черты отдельных особей нивелируются, сглаживаются, давая обобщенные результаты. Вот, оказывается, почему биофизики стремятся вести исследования именно на микронном уровне. Именно здесь появляется принципиальная возможность создания на биохимической основе отдельных элементов, а затем и целых систем, скажем, «биологических компьютеров» или «чувствующих роботов».

Конечно, такая проблема требует объединения усилий не только биофизиков и биохимиков, но и микробиологов, кибернетиков, специалистов по генной инженерии. Как такое объединение может происходить, можно судить хотя бы по проекту «Родопсин», созданному около 10 лет назад по инициативе академика Ю. Овчинникова. Его стараниями были объединены усилия ученых многих научных направлений для одной цели — детального исследования структуры и механизмов функционирования родопсинов — белков, названных так по имени зрительного пурпура, обнаруженного и у бактерий.

Совместными усилиями ученым удалось не только до тонкостей разобраться в структуре бактериородопсина, но и приспособить его для целей кибернетики. Каким образом? Чтобы понять это, давайте на минуту обратимся к классической ЭВМ.

Любой вычислительный процесс состоит из трех этапов. Вначале возникает задача: исходные данные и представление, что с ними надо сделать. Затем следует собственно решение: вычисления в определенном порядке по строго заданным алгоритмам. И наконец, на третьем этапе, полученное решение каким-то образом используется.

Но ведь нечто подобное сплошь и рядом происходит и в живой природе! По существу, вся жизнь состоит в решении задач и использовании полученных результатов. Проблемы нахождения пищи,* ее потребления, усвоения, развития и размножения организмов — все это задачи, решаемые по определенному набору алгоритмов. А раз так, то можно, наверное, и компьютер

сделать по тому же образу и подобию.

Именно такую цель и поставили недавно перед собой японские специалисты, начавшие работы по специальному проекту, главная цель которого — создание «компьютера на основе элементов нервной системы, снабженного биологическими датчиками, а также исполнительными устройствами, использующими молекулярные механизмы мышечного сокращения…».

Ведутся подобные работы и в нашей стране.

— Работы по созданию биопреобразователей уже миновали стадию эмпирического поиска, — прокомментировал ситуацию Г. Иваницкий. — Сегодня благодаря успехам молекулярной биофизики можно конструировать датчики с нужными нам свойствами, избирательностью и высокой чувствительностью…

Что же собой представляют датчики-преобразователи, которые являются в биологической ЭВМ источником входной информации? Мы как-то привыкли считать, что белок — нечто чрезвычайно неустойчивое, быстроразлагающееся… Однако сегодня его уже научились получать в кристаллическом виде, и тогда молекулу белка можно рассматривать как твердое тело с механическими свойствами, подобными, скажем, органическому стеклу или эбониту. Можно также белки и ферменты присоединять к специальным подложкам из бумаги, полистирола, нейлона, стекла или металла, после чего они опять-таки приобретают необходимую механическую прочность, с ними легко и удобно работать.

Однако одних датчиков для работы биокомпьютера мало, ему нужна еще и память. И вот в том же Институте биологической физики АН СССР было обнаружено, что обезвоженный бактериородопсин может быть зафиксирован на определенной стадии фотохимического цикла, сохраняя записанное на нем изображение. А это означает, что его можно использовать как своеобразный фотоматериал с высокой разрешающей способностью. Добавьте к нему лазерную технику, позволяющую быстро записывать и стирать оптическую информацию, — и запоминающее устройство для компьютера готово.

Ну а как быть с процессором? Трудностей здесь еще предостаточно, причем не только технологического, но и принципиального плана. Дело в том, что скорость распространения нервного импульса по волокну-аксону составляет около 20 м/с. Длительность импульса возбуждения — около 3 мс, причем за импульсом тянется рефрактерный хвост длительностью еще около 6 мс. Таким образом, быстродействие вычислительного устройства на основе биологических систем

составляет не более 100 операций в секунду. Это, безусловно, мало, поскольку уже сегодня созданы ЭВМ с производительностью 10^9, а к 2000 году, согласно мировым прогнозам, надо ожидать повышения быстродействия компьютеров до 10^{12} операций в секунду. Так стоит ли тогда огород городить, заниматься биоструктурами с целью создания вычислительных устройств?

Оказывается, стоит. Дело в том, что быстродействие компьютера важно не само по себе. Более быстродействующие машины, как правило, оказываются и более «сообразительными», обладают большими возможностями. Но соображать-то ведь можно по-разному. Скажем, играя в шахматы, можно механически перебирать вариант за вариантом в поисках лучшего хода, а можно, в целом оценив ситуацию, сразу отсечь множество непригодных вариантов и. сосредоточить свое внимание на одном-двух наилучших. Люди при игре в шахматы пользуются именно этим способом, в отличие от машин, которые зачастую вынуждены (за неимением лучших алгоритмов) заниматься последовательным перебором. Потому-то люди зачастую и выигрывают у машин, невзирая на головокружительное быстродействие последних!

Как нам это удается? Как люди думают? Долгое время ответы на эти вопросы были покрыты густым туманом неизвестности. Но последнее время благодаря совместным исследованиям медиков и кибернетиков, биофизиков и математиков кое-что начинает проясняться. Человеку свойственно образное мышление. Говоря очень упрощенно, люди вместо того, чтобы заниматься кропотливыми расчетами, предпочитают создать образ, модель того или иного явления и по поведению этой модели прогнозировать результат.

Поясним суть при помощи такого примера. В известный всем по школьным задачам бассейн проведены не две-три трубы, а сотни. По одним в бассейн вливаются какие-то химические реагенты, по другим выливаются продукты реакции, сепарированные определенными фильтрами. И нам надо узнать, при каких условиях мы сможем получать наибольший выход того или иного продукта.

Можно, конечно, все это подсчитать «цифровым» способом: выяснить, сколько именно определенного вещества поставляет в бассейн каждая труба, сколько его проходит сквозь каждый фильтр, и запустить все эти цифры в ЭВМ. Но пока мы соберем нужную информацию, пока составим программу, пока компьютер закончит подсчеты… В общем, и года не пройдет, как результат будет получен., Того же, впрочем, можно добиться и другим

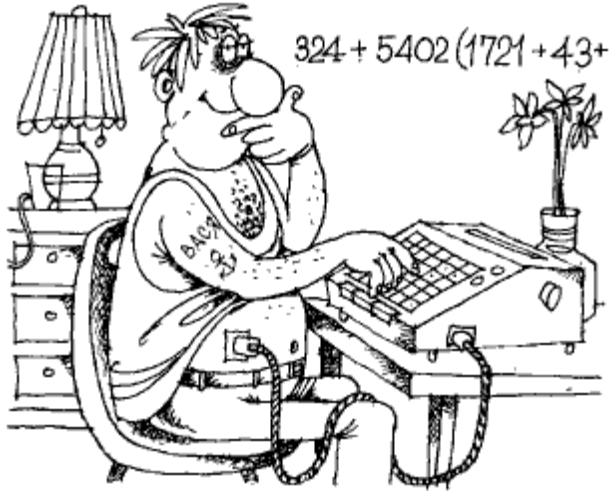
способом. Давайте построим модель нашего бассейна. Причем для простоты и скорости получения результата будем строить не натуральную, а, скажем, электрическую модель. Трубы, по которым текут жидкости, заменим проводниками, бассейн — накопителем энергии, фильтры — сопротивлением и конденсаторами… Глядишь, таким образом нужный результат будет готов уже через неделю, несмотря на то что аналоговая ЭВМ работает гораздо медленнее числовой.

Вот такие-то аналоговые принципы и предлагают использовать ученые для создания биокомпьютеров. Причем, например, ту же систему с трубами и бассейном можно заменить устройствами, работающими на активных биопленках или на пленках, использующих специальным образом организованные химические реакции, например, автоволновые.

Впервые подобные реакции были открыты в 1956 году советским ученым Б. Белоусовым. А в 1970 году лауреаты Ленинской премии А. Жаботинский и А. Заикин создали такую химическую среду, в которой автоволновой процесс можно было наблюдать воочию: тонкий слой раствора периодически менял свою окраску, словно живой. Из желтого становился красным, потом снова желтел… По поверхности жидкости пробегали цветные, незатухающие волны — автоволновой химический процесс.

Автоволновые колебания сопровождают нас повсюду. Это и процесс сокращения сердечной мышцы, и начальные этапы морфогенеза — возникновение новых форм и структур — у простейших организмов, и процессы активации катализаторов… А коль дела обстоят так, значит, при помощи химических автоволновых процессоров легко такие процессы и моделировать.

Причем такая модель не обязательно должна помещаться в пробирке или чашке Петри. Подобные процессы, как показали последние исследования, происходят и в молекулах белка. Таким образом, молекула размером всего 30–50 ангстрем уже представляет собой элемент активной среды, может стать частицей биокомпьютера.



А это, в свою очередь, создает принципиальную возможность получения аналоговых вычислительных машин величиной с… клетку! Причем, как показывают расчеты, если автоволна движется со скоростью всего 0,1 мм/с, это уже соответствует быстродействию цифрового компьютера 10^6 операций в секунду. А если еще учесть, что кусочек пленки площадью всего 1 кв. см может содержать свыше 10^{12} активных элементов, то от представления возможностей такого биокомпьютера просто голова идет кругом! Каждый сможет обзавестись персональным вычислительным центром, который скорее всего станут вживлять прямо под кожу. Так надежнее — и не затеряется в кармане, и всегда будет обеспечен всем необходимым для работы за счет энергетики организма.

Представляете, насколько могут возрасти интеллектуальные возможности каждого?!.

По примеру вирусов

Быстро, как говорят, только сказки сказываются. Дела же движутся намного медленнее, а в нашем случае могут и вообще застопориться, если мы не придумаем и технологию, соответствующую возможности нашего клеточного биокомпьютера. Действительно, трудно себе представить, что подобные чудо-устройства будут собираться вручную, при помощи микроскопа да набора стеклянных иголок, микроскальпелей и микропипеток, которыми орудуют сегодняшние генные инженеры.

Ученые, конечно, подумали и об этом. Роль сборщиков новых микроустройств они хотят поручить рибосомам — белковым структурам живой клетки. Ведь именно они способны читать

«чертежи» генетического кода, а затем. и строить белки по полученной программе. И если задать рибосомам нужную программу, то можно будет в итоге получать белки с заранее определенными свойствами. Такие, которые могут затем послужить основой для создания, скажем, той же белковой ЭВМ.

Как задать рибосомам новую программу? Да примерно так же, как это делают вирусы. Проникая внутрь клетки, они приносят с собой новый генетический код и заставляют клетку работать по новой программе.

Подобные возможности — не беспочвенные фантазии. Методами генной инженерии уже в настоящее время удается поменять генетическую программу некоторым микроорганизмам, заставляя их вырабатывать нужные человеку вещества. Так, скажем, сегодня бактерии уже вырабатывают интерферон, который раньше удавалось получать лишь из клеток крови, лекарства для регулирования давления.

Создав первое поколение «монтажников», специалисты затем собираются перейти к следующему этапу. Генетическая программа вновь созданных белковых устройств должна быть построена так, чтобы в дальнейшем они сами себя совершенствовали и воспроизводили, как это делают сегодня все живые организмы. При этом в качестве исходного материала, возможно, будут использоваться не только белковые соединения, но и другие материалы — скажем, керамика или пластик. А отсюда уже недалеко и до изготовления любых веществ и даже предметов по заранее составленным программам!

Именно такую машину придумал не столь давно известный писатель-фантаст Д. Кларк. Он назвал ее «репликатор», т. е. «пополнитель», «заменитель». Это устройство, которое по команде может собрать любую вещь из атомов и молекул. В какой-то мере такой агрегат можно представить себе как. вариант конечной эволюции персонального компьютера, считает писатель. Подобно сказочному джинну, она сможет выполнить любое желание, удовлетворить все материальные потребности человека.

Однако, чтобы подобрать нужные атомы, соединить их в молекулы, а затем и в сообщества молекул — кристаллы, необходимы «микрозаводы» — чипы даже не микронного, а более мелкого размера. Все расстояния в этом мире будут измеряться миллиардными долями метра — нанометрами, поэтому и новое научное направление получило название «нанотехнология».

Пока она существует лишь в теории. Однако при желании ее первые ростки можно увидеть и в некоторых практических достижениях науки нашего времени. Искусственное получение элементов, которых еще недавно не было в таблице Менделеева,

«Чтение» и исправление генетических кодов, «выкраивание» необходимых деталей из ферментов и «сшивание» белков с заранее заданными свойствами — все это начальные проявления нанотехнологии.

Есть и более глубинные проекты. Уже сегодня мы можем говорить о путях, которые могут привести к претворению идей фантаста в жизнь. Так, например, один из аспирантов Б. Литтла, о работах которого по сверхпроводящей органике мы уже говорили, предлагал вывести сверхпроводящий вид бактерий методом дарвиновского отбора. Для успеха эксперимента, полагал исследователь, надо создать в колонии такие условия, чтобы выживали бактерии с большей электрической проводимостью, и вести селекцию до той поры, пока природа сама не решит задачу сверхпроводимости при заданных температурных условиях.

К сожалению, в свое время эта оригинальная идея не дала практических результатов. Живым организмам, как оказалось, не нужна высокая электрическая проводимость, и ученым попросту не удалось отыскать подходящих особей для начала опытов. Однако сегодня картина заметно изменилась. Если таких особей нет в природе, их можно сконструировать — методы современной генной инженерии вполне позволяют это.

А дальше все пойдет по природному циклу. Природа разделила процессы производства живых существ на две составляющие: производство внутри клеток и производство организмов из этих клеток. Точно так же можно поступить и при производстве «живых компьютеров» и прочих «машиносуществ». Сначала, как мы уже говорили, будет налажено производство отдельных клеточных устройств и агрегатов. А затем уже из них можно собирать готовые «машины».

Причем сборку и на втором этапе можно доверить живой

природе. Пусть этим займутся нанороботы — искусственно сконструированные живые организмы со специальной программой.

Литература

Биология и информация. — М.: Наука, 1984.

Винер Н. Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине. — М.: Наука, 1983.

Емцев В. Рубежи биотехнологии. — М.: Агропромиздат, 1986.

Ершов А. Человек и машина. — М.: Наука, 1985.

Иваницкий Г. Мир глазами биофизика. — М.: Педагогика, 1985.

Миронов Б. Техника и человек. — М.: Молодая гвардия, 1988.

Моисеев Н. Алгоритмы развития. — М.: Наука, 1987.

Растригин Л. Вычислительные машины, системы, сети… — М.: Наука, 1982.

Реальность и прогнозы искусственного интеллекта.—М.: Наука, 1987.

Современный компьютер. — М.: Мир, 1986.

Скулачев В. Рассказы о биоэнергетике. — М.: Молодая гвардия, 1982.

Человеческие способности машин. — М.: Советское радио, 1971.

Франтов С. Геология и живая природа. — Л.: Недра, 1982.

Дополнение

Человеческие способности машин

Уже в каши дни появились первые машины, обладающие такими способностями, которыми, как нам казалось еще недавно, могут обладать лишь живые существа.

Знакомьтесь, биоробот

Произошла трагедия. Человек в результате болезни или травмы потерял руку или ногу. Что делать? Поставить протез… Но если обычные протезы служат, по существу, только фикцией, муляжом, лишь внешне напоминающим утраченный орган, то роботизированные системы с биоэлектрическим управлением, которые создаются в Московском высшем техническом училище имени Н. Баумана, позволят возместить и многие утраченные функции.

В отличие от обычных промышленных роботов, обладающих так называемым запрограммированным интеллектом, т. е. способных выполнять только заранее заданные программой операции, антропоморфные системы будут значительно гибче. Ведь они управляются непосредственно биотоками мозга.

Таким образом, искусственная конечность получает возможность двигаться, сгибаться в суставах, производить тонкие движения механическими пальцами с точно дозированными усилиями. Такие «руки» и «ноги» могут оказать большое подспорье не только инвалидам, но и просто людям, вынужденным работать в экстремальных условиях. Зачем человеку самому опускаться на дно морское или, скажем, отправляться в активную зону реактора, когда можно будет послать вместо себя кибернетического помощника и быть уверенным: он все исполнит в точности, как и сам человек…

Робот, посмотри…

По внешнему виду эта ЭВМ, стоящая в одной из лабораторий Института электроники и вычислительной техники — АН Латвийской ССР, похожа на сотни других. Разве что рядом на столике зачем-то помещен микроскоп.

— Это рабочий инструмент компьютера, — объяснили мне. — Он у нас осваивает профессию лаборанта…

Кажется, эка премудрость — смотреть в микроскоп… Но

можете ли вы с одного взгляда определить, скажем, каких пятнышек — светлых или темных — в поле микроскопа больше? И на сколько площадь, занимаемая одними, больше, чем площадь других?..

Без специальных подсчетов тут не обойтись. И через пять минут у вас наверняка зарябит в глазах, заболит спина от непривычного напряжения. Точность же ваших подсчетов все равно оставит желать много лучшего: как показывают многочисленные эксперименты, нетренированный человек ошибается примерно на 20%.

Опытный лаборант, конечно, работает точнее: его ошибка — не более 5%. Однако во многих случаях и ошибка в один процент может привести к тому, что, скажем, прогноз перспективности месторождения будет сделан с точностью до миллиардов тонн нефти… Именно поэтому сотрудники лаборатории и взялись за создание компьютера-лаборанта. Работает он так. К микроскопу подключается телекамера. Получаемое ею изображение передается в память ЭВМ, где и анализируется с высокой точностью по специальным алгоритмам. Скорость составления прогноза — всего 1/25 доля секунды! Так что уже в следующее мгновение механическая рука укладывает под око микроскопа следующий препарат. Одновременно данные анализов печатаются на бумажной ленте.

Электронный «нос» по имени ПУРГА

Мой разговор с сотрудниками лаборатории бионики Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова начался с неожиданной просьбы.

— Покажите, пожалуйста, ваш портфель, — попросили меня. — Нет, открывать не надо. Мы и так узнаем, что там лежит…

И к закрытому портфелю одну за другой стали подносить тонкие гибкие трубочки-зонды, которые тянулись от прибора величиной с небольшой телевизор.

— По всей вероятности, в портфеле находятся книги или журналы, — сообщили мне через минуту. — Словом, печатная продукция.

— Там лежат две книжки, журнал и блокнот, — подтвердил я. — А как вы это узнали?

— ПУРГА помогла…

ПУРГА в данном случае — не название северной метели, а сокращение слов «полупроводниковое устройство-регистратор

газовых анализов». То есть, говоря проще, электронный «нос», который способен распознавать запахи, иной раз даже вдесятеро более слабые, чем может почувствовать собака-ищейка.

И вот как это происходит.

До недавнего времени люди очень мало знали о чувстве обоняния. Описать запах можно было, лишь сравнив его с каким-то другим, всем известным: «Пахнет, почти как жасмин…» У науки не было возможности измерить силу запаха, как измеряют, например, силу света или тока. Однако в последние годы ученые во многом разобрались и многому научились.

Оказалось, чтобы обнаружить запах, мы вдыхаем, втягиваем воздух в себя. При этом он вместе с молекулами пахучего вещества попадает в верхнюю часть носа, к двум углублениям, в которых располагаются органы обоняния. Они состоят из двух участков желтоватой кожи площадью около 6 кв. см. Эта кожа сплошь пронизана нервными окончаниями — рецепторами. Рецепторы, в свою очередь, покрыты тонкими пленками — биологическими мембранами. Как только молекула пахучего вещества достигает рецептора, начинается химическая реакция, в результате которой меняется электрический заряд на мембране. Изменение этого заряда по нервным волокнам передается в мозг, который и формирует наше представление о запахе в зависимости от величины заряда и специфики расположения электронов на мембранах.

Примерно такие же мембраны, только искусственные, и были применены в ПУРГЕ. По своему виду они представляют тонкие лепестки полимерных пленок. Пленки устанавливаются в измерительные ячейки, сквозь которые прокачивают поток исследуемого газа. Получается как бы искусственный рецептор, электрический сигнал от которого передается в микрокомпьютер, где и анализируется.

Подобные системы могут оказаться полезными для поисков течи в газопроводах, для своевременного обнаружения гнили в овощехранилищах, для проведения химических анализов и даже для медицинской диагностики. Как удалось установить совсем недавно, многие болезни имеют специфический запах, который во многом может способствовать их ранней диагностике.

Компьютерные «вирусы»

…До каникул оставалось всего несколько дней, однако настроение у многих студентов Лихайского университета было вовсе не праздничным. Еще бы, ведь теперь им придется заново

переделывать свои курсовые работы…

Первые признаки неладного были замечены несколько недель назад. Многие, кто брал напрокат в университетском вычислительном центре диски с программами для своих персональных компьютеров, стали приносить их обратно. Записанные на них программы никак не удавалось использовать для написания курсовых работ и подведения итогов лабораторных исследований. Программы вдруг начисто «съедали» записанную информацию. В чем дело?

Специальное расследование показало, что на сотнях рабочих дисков поселилась явно кем-то специально написанная микропрограмма-«вирус». Именно она и отдавала команду на стирание записанной информации. Более того, микропрограмма оказалась столь хитро составленной, что, разрушая полезную информацию, она тем временем тиражировала самое себя, стоило лишь вставить диск в приемную щель персонального компьютера и подключить его к общей терминальной сети.

Неизвестно, чем бы кончилось дело, если бы за него не взялись Дж. Сиковски и его однокашники. Студенты вычислительного факультета сумели найти «противоядие». Общими усилиями они успели составить программу-«вакцину» раньше, чем студенты отправились на каникулы., распространяя «вирус» по всей стране вместе со взятыми с собой дисками.

И это не единственный случай подобного «заболевания» компьютеров. В том же штате Пенсильвания, где начал было распространяться «лихайский вирус», в местном университете также было замечено несколько случаен введения ложной информации. Паразитное сообщение, прошедшее подобно лавине, вызвало перегрузку и выход из строя вычислительных машин фирмы «Интернэшнл бизнес мэшинз» в штате Флорида. Пострадали также владельцы персональных компьютеров в штатах Нью-Джерси, Нью-Йорк, Колорадо…

Подобные «вирусы» начала проникать и в Европу. В ряде стран Запада все чаще стали отмечать странные случаи выхода из строя компьютерного оборудования. Пришлось специалистам всерьез взяться за изучение этой болезни. И вот что они выявили.

Вместе с компьютерными «вирусами» в настоящее время получили распространение и некоторые другие виды программ-разрушителей. Условно их можно подразделить на три основные категории: «троянские кони» т. е. такие, которые под видом доброкачественных программ на самом деле разрушают заложенную в ЭВМ информацию; «черви» — программы, которые медленно, но верно подтачивают память ЭВМ, вызывая в один не очень прекрасный день полную парализацию компьютера, и

наконец, «бомбы замедленного действия» — программы, ждущие своего часа, чтобы стереть записанные на диске данные.

«Лихайский вирус» относится как раз к третьей категории. Он был запрограммирован на самовоспроизведение в четырех последующих программах, на пятый же раз должен был уничтожать всю записанную информацию:

Были выявлены и причины такого «заболевания». Опытному программисту совсем не трудно, выполняя заказ на составление какой-либо программы, сделать ее всего на несколько команд длиннее. Этого, скорее всего, никто не заметит до той самой норы, пока микропрограмма не сработает.

Для чего же такие программки вставляются в большие программы?

— Одно промышленное объединение заказало мне программу по изучению сбыта его продукции, — рассказывает французский программист Г. Перлстейн. — Я составил ее за два месяца. Клиент был мне хорошо знаком, раньше я уже сделал систему управления его фирмой и продолжал время от времени заниматься его ЭВМ. Когда пришло время рассчитаться, клиент отказался оплатить мои услуги…

И тогда Перлстейн заложил в ЭВМ «бомбу», сделанную всего за четверть часа. Через две недели она должна была сработать и начисто вывести ЭВМ из строя. Однако предупрежденный накануне хозяин понял, что дело плохо и сдался. Тогда программист позвонил секретарше патрона фирмы и поручил ей выполнить на своем персональном компьютере совсем простенькую операцию. В вычислительную систему было введено «противоядие», и «бомба» не сработала.

Таков только один из поводов для создания программ-«вирусов». Некоторые из программистов таким образом шантажируют своих клиентов, заставляя их выплачивать огромные суммы денег. Ну а некоторые просто считают подобные программки своего рода шутками, не за умываясь особо над тем, какие неприятности они тем самым приносят другим…

Так что же делать с такими «шутниками»? Самое обидное, что их очень трудно обнаружить. Программа-«вирус» может содержать указание о стирании первоисточника, и тогда установить, кто именно запустил «вирус» в вычислительную сеть, никогда не удастся.

Кто-то сказал, что подобные программки это аналог СПИДа в информатике.

Разве мы не говорим, что у ЭВМ есть мозг намять? Разве она не дает ответа, когда ее спрашивают? Разве она не бывает партнером в разных играх? Разве не говорят о разных поколениях

ЭВМ?.. Теперь вот появилось и еще одно сходство — ЭВМ, подобно нам с вами, может и заболеть.

Лечат ее «таблетками» — программками-противоядиями. Но как нет надежных лекарств от гриппа или СПИДа, так нет на сегодняшний день надежных средств и против компьютерных «вирусов». Самое лучшее, что можно сделать, всегда иметь запасные копии своих программ, сделанные на «незараженном» компьютере.